



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.	(45) 공고일자	2007년06월19일
<i>H05B 33/22</i> (2006.01)	(11) 등록번호	10-0729199
<i>H05B 33/14</i> (2006.01)	(24) 등록일자	2007년06월11일

(21) 출원번호	10-2005-7015745	(65) 공개번호	10-2005-0111333
(22) 출원일자	2005년08월25일	(43) 공개일자	2005년11월24일
심사청구일자	2005년08월25일		
번역문 제출일자	2005년08월25일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP2004/002330	(87) 국제공개번호	WO 2004/077886
국제출원일자	2004년02월27일	국제공개일자	2004년09월10일

(30) 우선권주장	JP-P-2003-00050570	2003년02월27일	일본(JP)
	JP-P-2003-00132459	2003년05월12일	일본(JP)

(73) 특허권자                    가부시키가이샤 도요다 지도숫키  
일본 아이찌켄 가리야시 도요다쵸 2쵸메 1반쵸

(72) 발명자                        나가라 요시아키  
일본 아이치켄 가리야시 도요다쵸 2쵸메 1반쵸 가부시키가이샤도요다  
지도숫키 나이

    무라사키 다카노리  
일본 아이치켄 가리야시 도요다쵸 2쵸메 1반쵸 가부시키가이샤도요다  
지도숫키 나이

    모리 겐지  
일본 아이치켄 가리야시 도요다쵸 2쵸메 1반쵸 가부시키가이샤도요다  
지도숫키 나이

    야마모토 이치로  
일본 아이치켄 가리야시 도요다쵸 2쵸메 1반쵸 가부시키가이샤도요다  
지도숫키 나이

    가토 요시후미  
일본 아이치켄 가리야시 도요다쵸 2쵸메 1반쵸 가부시키가이샤도요다  
지도숫키 나이

    가와사키 신타로  
일본 아이치켄 가리야시 도요다쵸 2쵸메 1반쵸 가부시키가이샤도요다  
지도숫키 나이

    다케우치 가즈요시  
일본 아이치켄 가리야시 도요다쵸 2쵸메 1반쵸 가부시키가이샤도요다  
지도숫키 나이

(74) 대리인                        특허법인코리아나

(56) 선행기술조사문헌  
KR1020020055416 A

심사관 : 안준형

전체 청구항 수 : 총 8 항

## (54) 유기 전계 발광소자

### (57) 요약

양극 상에 적어도 발광층, 전자 주입 수송층 및 음극이 형성된, 종래보다 긴 소자 수명의 유기 전계 발광소자, 그리고 종래보다 우수한 백색도, 고발광 효율 및 긴 소자 수명을 갖는 유기 전계 발광소자, 이것을 사용한 컬러표시장치를 제공한다.

양극 (10) 상에 홀 주입 수송층 (11), 발광층 (12), 비발광층 (13), 전자 주입 수송층 (14) 및 음극 (15) 을 순차적으로 적층한다. 또한, 양극 상에 홀 주입층, 홀 수송층, 적색 발광층, 청색 발광층, 전자 수송층, 전자 주입층 및 음극을 순차적으로 적층한다.

### 대표도

도 1

### 특허청구의 범위

#### 청구항 1.

양극 (陽極) 상에 적어도 발광층, 전자 주입 수송층 및 음극 (陰極) 이 순차적으로 형성된 유기 전계 발광소자로서,

전자 주입 수송층과 발광층 사이에, 전자 수송성을 구비하고 또한 상기 전자 주입 수송층보다 홀 수송성이 높은 비발광층이 형성된 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

#### 청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 비발광층은 전자 수송성이 홀 수송성보다 높은 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

#### 청구항 3.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 비발광층은, 전자 수송성을 구비하고 또한 상기 전자 주입 수송층보다 홀 수송성이 높은 재료를 함유하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

#### 청구항 4.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 비발광층은 전자 수송성을 구비한 하나 또는 복수의 전자 수송성 재료, 및 상기 전자 주입 수송층보다 높은 홀 수송성을 구비한 하나 또는 복수의 홀 수송성 재료를 함유하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

#### 청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 전자 수송성 재료 중 하나 이상의 재료는, 상기 전자 주입 수송층에 함유되는 재료 중 하나 이상과 동일한 재료인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

#### 청구항 6.

제 4 항에 있어서,

상기 홀 수송성 재료 중 하나 이상의 재료는, 상기 발광층에 함유되는 재료 중 하나 이상과 동일한 재료인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

#### 청구항 7.

제 4 항에 있어서,

상기 전자 수송성 재료의 전자 수송성은 상기 홀 수송성 재료의 홀 수송성보다 높은 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

#### 청구항 8.

제 1 항에 있어서,

상기 발광층은 홀 수송성이 전자 수송성보다 높은 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

#### 청구항 9.

삭제

#### 청구항 10.

삭제

#### 청구항 11.

삭제

#### 청구항 12.

삭제

#### 청구항 13.

삭제

#### 청구항 14.

삭제

**청구항 15.**

삭제

**청구항 16.**

삭제

**청구항 17.**

삭제

**청구항 18.**

삭제

**명세서**

**기술분야**

본 발명은 양극 상에 적어도 발광층, 전자 주입 수송층 및 음극이 형성된 유기 전계 발광소자에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 양극 상에 적어도 유기 발광층 및 음극이 순차적으로 형성된 유기 전계 발광소자에 관한 것이다.

**배경기술**

종래, 대향하는 전극간에 유기 발광 재료가 함유된 발광층을 구비하고, 전극간에 전류를 흐르게 함으로써 발광층으로부터 광(일렉트로루미네선스)이 발해지는 유기 전계 발광소자(유기 일렉트로루미네선스 소자, 유기 EL 소자)가 알려져 있다. 이 발광층에는 이하의 기능이 요구된다.

- 전자 주입 기능

전극(음극) 으로부터 전자가 주입되는 기능. 전자 주입성.

- 홀 주입 기능

전극(양극) 으로부터 홀(정공) 이 주입되는 기능. 홀 주입성.

- 캐리어 수송 기능

전자 및 홀의 적어도 일방을 수송하는 기능. 캐리어 수송성.

전자를 수송하는 기능은 전자 수송 기능(전자 수송성)이라 하고, 홀을 수송하는 기능은 홀 수송 기능(홀 수송성)이라 한다.

- 발광 기능

주입·수송된 전자 및 캐리어를 재결합시켜 여기자를 발생시키고, 기저 상태로 되돌아 갈 때에 광을 발하는 기능.

또한, 상기 각 기능의 하나 또는 복수를 담당하는 층을 발광층과는 별도로 형성하는 종래 기술도 알려져 있다. 예를 들어, 전자 주입 기능 및 전자 수송 기능을 담당하는 층(전자 주입 수송층)을 형성하는 종래 기술도 알려져 있다(예를 들어, 일본 공개특허공보 2002-164174호를 참조). 이와 같이 발광층과는 별도로 전자 주입 수송층을 형성함으로써(기능을 분리함으로써), 일반적으로 이하와 같은 효과가 얻어진다.

- 구동 전압이 낮아진다.

- 음극으로부터 발광층으로의 전자 주입이 안정화되기 때문에, 장수명화된다.
- 음극과 발광층의 밀착성이 상승되기 때문에, 발광면의 균일성을 높게 할 수 있다.
- 음극의 돌기 등을 피복하여, 소자 결함을 감소시킬 수 있다.

또한, 최근, 유기 전계 발광소자에 대한 큰 기대로서, 풀 컬러 표시 디바이스로의 응용을 들 수 있다. 유기 전계 발광소자를 사용하여 풀 컬러 표시를 행하는 하나의 방법으로서, 유기 전계 발광소자로부터 발해진 백색광을 컬러 필터에 의해, 빨강, 초록, 파랑의 광으로 나누는 방법이 알려져 있고, 여기서 사용하는 유기 전계 발광소자에는 이하와 같은 특성이 요구된다.

- 빨강, 초록, 파랑의 각 발광강도의 밸런스가 양호할 것.
- 발광 효율이 높을 것.
- 소자 수명이 길 것.

그래서, 빨강, 초록, 파랑의 각 발광강도의 밸런스가 비교적 양호한 유기 전계 발광소자로서, 그 양극측으로부터, 청색 발광층 및 녹색 발광층이 유기 발광층으로서 순차적으로 형성되어 이루어지고, 또한 이 녹색 발광층은 적색 발광 도펀트를 함유하는 유기 전계 발광소자가 알려져 있다 (예를 들어, 일본 공개특허공보 평7-142169호 참조).

### 발명의 개시

그러나, 이상과 같이 발광층과는 별도로 전자 주입 기능이나 전자 수송 기능을 담당하는 층을 형성한 유기 EL 소자도 실용상 충분한 수명 (소자 수명) 을 얻기는 어려웠다.

또한, 종래의 백색광을 발하는 유기 전계 발광소자는 백색도가 우수하지 않았고, 발광 효율이 낮고, 소자 수명이 짧다는 문제도 있었다.

본 발명은 상기 문제점을 감안하여 이루어진 것으로, 양극 상에 적어도 발광층, 전자 주입 수송층 및 음극이 형성된 유기 전계 발광소자의 수명 (소자 수명) 을 종래보다 길게 하는 것을 목적으로 한다.

또한, 본 발명은 상기 문제점을 감안하여, 양극 상에 적어도 유기 발광층 및 음극이 순차적으로 형성된 유기 전계 발광소자의 백색도, 발광 효율 및 소자 수명을 종래보다 향상시키는 것을 목적으로 한다.

상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명과 관련된 유기 전계 발광소자는, 양극 상에 발광층, 전자 주입 수송층 및 음극이 형성되고, 전자 주입 수송층과 발광층 사이에 전자 수송성을 구비하고, 또한 전자 주입 수송층보다 홀 수송성이 높은 비발광층 (비발광의 캐리어 밸런스 조정층) 이 형성된 것을 특징으로 한다. 또한, 전자 주입 수송층은 단층으로 구성해도 되고, 적층하여 구성해도 된다. 예를 들어, 전자 주입층과 전자 수송층으로 전자 주입 수송층을 구성해도 된다.

전자 수송성 및 홀 수송성의 높고/낮음은, 예를 들어 Time of Flight 법 (TOF 법) 에 의해 알 수 있다. TOF 법은 전압이 가해진 시료 표면에 펄스광을 조사하고, 펄스광에 의해 발생한 캐리어가 시료내 (층내) 를 이동하였을 때에 생긴 과도 전류, 시료에 가한 전압 및 시료의 두께로부터 계산할 수 있는, 캐리어의 이동도 ( $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ ) 이다. 구체적으로는, 전자 수송성/홀 수송성을 측정하는 층 단독의 막 (예를 들어, 10~20 $\mu\text{m}$  정도의 층) 을 제작하고, 당해 막을 사용하여 캐리어의 이동도를 측정한다. 각 재료의 전자 수송성/홀 수송성은 당해 재료만을 함유하는 층 (예를 들어, 10~20 $\mu\text{m}$  정도의 막) 을 제작하고, 당해 층을 사용하여 캐리어 이동도를 측정하고, 이 캐리어 이동도에 의해 전자 수송성/홀 수송성을 평가하였다. 또한, 캐리어 이동도를 측정할 때에 인가하는 전계의 강도는 유기 EL 소자가 실제로 사용될 때에 인가되는 전계강도의 범위내에 있을 것을 조건으로 한다.

따라서, 상기 유기 전계 발광소자에는, 양극 상에 발광층, 전자 주입 수송층 및 음극이 형성되고, 전자 주입 수송층과 발광층 사이에, 전자 수송성 및 홀 수송성을 구비한 비발광층이 형성되고, 비발광층의 TOF 법으로 규정되는 홀 이동도가, 전자 주입 수송층의 TOF 법으로 규정되는 홀 이동도보다 높은 유기 전계 발광소자도 포함한다.

본 명세서에 있어서 「전자 수송성을 구비하고 있다」란, 적어도 발광층보다 양극층의 부재·층과 비교하여 전자 수송성이 높은 것을 말하고, 바람직하게는 발광층보다 전자 수송성이 높은 것을 말한다. 당연히, 전자 주입 수송층의 전자 수송성과 동등 이상이어도 된다.

또한, 상기 유기 전계 발광소자의 비발광층은 전자 수송성이 홀 수송성보다 높으면 (우세하면, 크면) 된다. 예를 들어, 비발광층을, TOF 법으로 규정되어 있는 홀 이동도보다 TOF 법으로 규정되는 전자 이동도가 높아지도록 하면 바람직하다.

또한, 제 1 또는 제 2 유기 전계 발광소자는, 비발광층이 이하의 (가) 또는 (나) 의 재료를 함유하고 있으면 된다.

(가) 전자 수송성을 구비하고, 또한 전자 주입 수송층보다 홀 수송성이 높은 재료.

예를 들어, 전자 수송성 및 홀 수송성을 구비하고, TOF 법으로 규정되는 홀 이동도가 전자 주입 수송층의 TOF 법으로 규정되는 홀 이동도보다 높은 재료가 포함된다.

(나) 전자 수송성을 구비한 하나 또는 복수의 전자 수송성 재료와, 전자 주입 수송층보다 높은 홀 수송성을 구비한 하나 또는 복수의 홀 수송성 재료.

예를 들어, 홀 수송성 재료는, TOF 법으로 규정되는 전자 수송성 재료의 전자 이동도보다 TOF 법으로 규정되는 홀 이동도 쪽이 높은 하나 또는 복수의 재료가 포함된다.

또한, 상기 (나) 에 있어서, 전자 수송성 재료의 하나 이상이, 전자 주입 수송층에 함유되는 재료의 하나 이상과 동일한 재료여도 되고, 또한/추가로, 홀 수송성 재료의 하나 이상이, 발광층에 함유되는 재료의 하나 이상과 동일한 재료여도 된다.

또한, 상기 (나) 에 있어서, 전자 수송성 재료의 전자 수송성이 홀 수송성 재료의 홀 수송성보다 높으면 된다. 예를 들어, 전자 수송성 재료의 TOF 에서 규정되는 전자 이동도가 홀 수송성 재료의 TOF 에서 규정되는 홀 이동도보다 높으면 된다.

또한, 본 발명에 의한 유기 전계 발광소자는 발광층이 홀 수송성인, 요컨대 전자 수송성보다 홀 수송성 쪽이 높은 소자에 특히 적합하다.

또한, 본 명세서에 있어서의 바이폴라성 재료란, 홀 이동도와, 전자 이동도 모두가, 유기 EL 소자가 실제로 사용될 때에 인가되는 전계강도의 범위내에 있어서,  $10^{-8} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$  이상인 재료인 것으로 한다.

또한, 본 발명과 관련된 유기 전계 발광소자는 양극 상에 적어도 유기 발광층 및 음극이 순차적으로 형성되고, 유기 발광층은 양극층으로부터 적색 발광층 및 청색 발광층이 순차적으로 형성되어 이루어지고, 또한 적색 발광층은 녹색 발광 도펀트를 함유하는 것을 특징으로 한다.

상기 유기 전계 발광소자의 발광 스펙트럼이 440nm 이상 490nm 이하, 510nm 이상 550nm 이하, 및 580nm 이상 680nm 이하의 영역에 극대점을 갖는 것이 바람직하다.

상기 적색 발광층과 상기 청색 발광층 사이에 발광 조정층을 형성해도 된다. 이로써, 백색도, 발광 효율 및 소자 수명이 더욱 향상된다. 또한, 상기 청색 발광층의 두께는 상기 적색 발광층의 두께보다 큰 것이 바람직하다. 여기서, 「발광 조정층」이란, 발광 재료의 발광강도비를 조정하는 층을 의미한다.

또한, 상기 적색 발광층은 하나 이상의 적색 발광 도펀트를 함유하는 것이 바람직하다.

상기 적색 발광층의 홀 이동도는 상기 청색 발광층의 홀 이동도보다 높은 것이 바람직하다.

또한, 본 발명과 관련된 컬러표시장치는, 상기 유기 전계 발광소자와, 이 유기 전계 발광소자의 발광 스펙트럼의 일부를 흡수하는 1 종류 이상의 필터를 구비하고 있는 것을 특징으로 한다. 이 유기 전계 발광소자의 발광 영역은 이 필터의 투과 영역내에 있는 것이 바람직하다.

본 발명에 의하면, 양극 상에 발광층, 전자 주입 수송층 및 음극이 형성된 유기 전계 발광소자의 수명을, 본 발명에 의한 구성을 채용하지 않은 종래의 유기 전계 발광소자보다 길게 할 수 있다.

또한, 본 발명에 의하면, 양극 상에 적어도 유기 발광층 및 음극이 순차적으로 형성된 유기 전계 발광소자의 백색도, 발광 효율 및 소자 수명을, 본 발명에 의한 구성을 채용하지 않은 종래의 유기 전계 발광소자보다 향상시킬 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

도 1 은 제 1 실시형태와 관련된 유기 전계 발광소자의 층 구성예를 설명하기 위한 단면도이다.

도 2 는 제 1 실시형태와 관련된 유기 전계 발광소자의 변형예의 층 구성예를 설명하기 위한 단면도이다.

도 3 은 제 1 실시형태와 관련된 유기 전계 발광소자의 변형예의 층 구성을 나타낸 단면도이다.

도 4 는 제 1 실시형태와 관련된 유기 전계 발광소자의 변형예의 층 구성을 나타낸 단면도이다.

도 5 는 제 2 실시형태와 관련된 유기 전계 발광소자의 층 구성예를 설명하기 위한 단면도이다.

도 6 은 컬러표시장치의 전체 구성의 개략 구성도이다.

도 7 은 도 6 의 컬러표시장치에 사용되는 유기 전계 발광패널의 모식 단면도이다.

도 8 은 도 6 의 컬러표시장치에 사용되는 컬러 필터의 투과 피크 파장 및 이 반값 폭, 그리고 유기 전계 발광소자의 발광 피크 파장 및 이 반값 폭을 나타낸 표이다.

도 9 는 유기 전계 발광소자의 백라이트에 이용되는 액정표시장치의 모식 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 최선의 형태

이하, 본 발명의 실시형태와 관련된 유기 EL 소자에 대하여 도면을 참조하면서 상세히 설명한다.

#### 제 1 실시형태

##### 《층 구성》

제 1 실시형태와 관련된 유기 EL 소자는 양극 상에 적어도 발광층, 비발광층, 전자 주입 수송층, 음극이 순차적으로 형성되어 구성되어 있다. 즉, 발광층과 전자 주입 수송층 사이에 본 발명과 관련된 비발광층이 형성되어 있는 것을 특징으로 한다.

이하, 도 1 에 나타내는, 기판 (2) 상에 양극 (10) 이 형성되고, 양극 (10) 상에 홀 주입 수송층 (11), 발광층 (12), 비발광층 (13), 전자 주입 수송층 (14) 및 음극 (15) 이 순차적으로 형성된 유기 EL 소자에 기초하여 설명을 행하지만, 다른 층 구성도 당연히 채용할 수 있다.

예를 들어, 홀 주입 수송층의 기능, 즉 홀 주입 기능 및 홀 수송 기능을 발광층에 갖게 하고, 홀 주입 수송층을 생략하거나, 전자 주입 수송층을 전자 주입 기능을 담당하는 전자 주입층과 전자 주입 기능을 담당하는 전자 수송층으로 기능 분리하여 적층시키는 것도 가능하고, 보다 구체적으로는 이하와 같은 층 구성을 채용할 수도 있다.

- 양극/홀 주입층/홀 수송층/발광층/비발광층/전자 수송층/전자 주입층/음극
- 양극/홀 주입층/홀 수송층/발광층/비발광층/전자 주입 수송층/음극
- 양극/홀 주입 수송층/발광층/비발광층/전자 수송층/전자 주입층/음극
- 양극/홀 주입 수송층/발광층/비발광층/전자 주입 수송층/음극

- 양극/홀 수송층/발광층/비발광층/전자 수송층/전자 주입층/음극
- 양극/홀 수송층/발광층/비발광층/전자 주입 수송층/음극
- 양극/발광층/비발광층/전자 수송층/전자 주입층/음극
- 양극/발광층/비발광층/전자 주입 수송층/음극

또한, 이상의 각 층은 각각 상기한 것 이외의 기능을 갖고 있어도 되고, 예를 들어 발광층은 홀 수송 기능, 홀 주입 기능, 전자 주입 기능 및/또는 전자 수송 기능을 구비하여 있어도 된다.

또한, 상기 이외의 층을 적절히 형성할 수 있다.

당연히, 기관 상에 음극으로부터 순차적으로 적층하여 유기 EL 소자를 형성할 수도 있다.

또한, 본 명세서에 있어서는, 비발광층과 음극 사이에 형성되는 층을 모두 전자 주입 수송층이라 표기한다.

우선, 비발광층에 대하여 상세히 설명한다.

#### 《비발광층 (13)》

비발광층 (13) 은 전자 주입 수송층 (14) 과 발광층 (12) 사이에 형성되고, 전자 수송성을 구비하고, 또한 전자 주입 수송층 (14) 보다 홀 수송성이 높고, 발광 기능을 담당하지 않는 층이다.

전자 수송성 및 홀 수송성은 예를 들어, TOF 법에 의해 규정할 수 있다. 요컨대, 비발광층 (13) 은 이하와 같은 층이라고도 할 수 있다.

- TOF 법에 의해 측정된 홀 이동도가 TOF 법에 의해 규정된 전자 주입 수송층 (14) 의 홀 이동도보다 높은 층.
- 캐리어 (홀 및 전자) 의 발광층 (12) 에 있어서의 밸런스를 조정하는 층 (캐리어 밸런스 조정층).
- 발광 기능을 담당하지 않는 층.

#### <기구>

본 실시형태와 관련된 유기 EL 소자는 이상과 같은 비발광층 (13) 을 구비하고 있기 때문에, 소자의 수명이 종래보다 길어진다. 이 이유 (기구) 는 하기 기구 1 이나 기구 2 와 같이 추정할 수 있다.

#### (기구 1)

홀이나 여기자가 전자 주입 수송층 (14) 에 진입하기 어려워지기 때문에, 전자 주입 수송층 (14) 에 있어서의 열화가 종래보다 적어져, 결과적으로 소자 수명이 연장되었다고 생각할 수도 있다.

종래의 유기 EL 소자에서는, 양극측으로부터 발광층으로 주입·수송된 홀의 일부가 발광층에서 전자와 재결합하지 않고, 전자 주입 수송층으로 진입하였다. 한편, 전자 주입 수송층에 함유되는 전자 주입 수송 재료는 홀 수송성이 매우 낮기 때문에, 홀에 대한 내성이 낮다. 따라서, 전자 주입 수송층에 홀이 진입하면, 전자 주입 수송층 또는 당해 층내의 전자 주입 수송 재료가 열화되어 있었던 것으로 여겨진다.

또한, 종래의 유기 EL 소자에서는, 진입해 온 홀과 음극측으로부터 주입·수송된 전자가 재결합하여 여기자가 발생하거나, 발광층측으로부터 여기자가 진입하여, 이 여기자에 의해 전자 주입 수송층 또는 당해 층내의 전자 주입 수송 재료가 열화되어 있었던 것으로도 여겨진다.

이에 대하여, 본 실시형태와 관련된 비발광층 (13) 은 전자 주입 수송층 (14) 보다 홀 수송성이 높기 때문에, 진입해 온 홀이나 여기자에 대한 내성이 전자 주입 수송층 (14) 보다 높다.

또한, 비발광층 (13) 은 전자 수송성을 갖고 있기 때문에, 전자 주입 수송층 (14) 으로부터 수송된 전자를 발광층 (12) 으로 운반할 수 있다. 요컨대, 홀과 전자는 대부분이 발광층 (12) 및 비발광층 (13) 에서 재결합하므로, 전자 주입 수송층 (14) 에서 재결합되는 것, 및 전자 주입 수송층 (14) 에 홀이 진입하는 것이, 비발광층 (13) 을 갖지 않는 종래의 소자보다 적어진다.

이와 같이, 홀이나 여기자에 의한 열화가 심한 전자 주입 수송층 (14) 에 홀이나 여기자가 진입하기 어렵고, 또한 비발광층 (13) 의 홀이나 여기자에 대한 내성이 전자 주입 수송층 (14) 보다 높기 때문에, 비발광층 (13) 및 전자 주입 수송층 (14) 의 열화가 종래의 소자에 있어서의 전자 주입 수송층 (14) 의 열화보다 적어진다. 그 결과, 본 실시형태와 관련된 유기 EL 소자는 소자 수명이 길어진 것으로 여겨진다.

(기구 2)

비발광층 (13) 이 홀 수송성 및 전자 수송성을 갖고 있기 때문에, 전자 주입 수송층 (14) 의 계면 (음극 (15) 과는 반대측의 계면, 이하 적절히 「전자 주입 수송층 (14) 의 계면」 이라 표기한다) 에 여기자가 쌓이는 (존재 확률이 높아지는, 많아지는) 것이 적어져, 전자 주입 수송층 (14) 의 열화가 종래보다 적어진다. 따라서, 종래보다 소자 수명을 길게 할 수 있었던 것으로도 생각할 수 있다.

종래, 전자 주입 수송층의 계면 및 계면 근방에 여기자가 많으면, 전자 주입 수송층이 열화되기 쉬운 것이 알려져 있다.

한편, 전자 주입 수송층은 상기한 바와 같이 홀 수송성을 거의 갖고 있지 않기 때문에, 발광층으로부터 전자 주입 수송층층으로 수송된 홀은 전자 주입 수송층 계면 및 계면 근방에 많이 존재한다. 따라서, 이 홀에, 음극층으로부터 주입·수송된 전자가 결합하여, 전자 주입 수송층 계면 및 계면 근방에서 여기자가 발생한다.

따라서, 종래의 유기 EL 소자에서는, 전자 주입 수송층의 계면 및 계면 근방에 여기자가 쌓이기 쉽기 때문에, 전자 주입 수송층이 열화되기 쉽고, 결과적으로 충분한 소자 수명을 얻기가 어려웠다고 할 수 있다.

이에 대하여, 본 실시형태와 관련된 비발광층 (13) 은 전자 주입 수송층 (14) 보다 높은 홀 수송성을 구비하고 있기 때문에, 홀을 비발광층 (13) 과 발광층 (12) 의 계면 (및 계면 근방) 으로부터 전자 주입 수송층 (14) 측으로 수송할 수 있다. 또한, 비발광층 (13) 은 전자 수송성도 구비하고 있기 때문에, 전자 주입 수송층 (14) 으로부터 수송된 전자를 발광층 (12) 으로 수송할 수 있음과 함께, 비발광층 (13) 내를 이동하는 홀을 비발광층 (13) 내에서 전자와 재결합시켜 여기자로 할 수 있다. 요컨대, 전자 주입 수송층 (14) 과 비발광층 (13) 의 계면 및 계면 근방에 존재하는 여기자의 양을 종래의 비발광층 (13) 이 형성되어 있지 않은 유기 EL 소자에 있어서의 전자 주입 수송층과 발광층의 계면 및 계면 근방에 존재하는 여기자의 양보다 적게 할 수 있다. 이 때문에, 본 실시형태와 관련된 유기 EL 소자는, 전자 주입 수송층 (14) 에 있어서의 열화가 종래의 유기 EL 소자보다 적고, 결과적으로 종래의 유기 EL 소자보다 수명을 길게 할 수 있는 것으로도 여겨진다.

또한, 이상의 기구로부터, 비발광층 (13) 은 TOF 법으로 규정된 전자 이동도를 TOF 법으로 규정된 홀 이동도보다 높게 하거나 하여, 홀 수송성에 대하여 전자 수송성이 높아지도록 하면 된다고 할 수 있다.

이와 같이 구성하면, 비발광층 (13) 에서는, 발광층 (12) 으로부터 진입한 홀이 전자 주입 수송층 (14) 으로 이동하는 양/스피드보다, 전자 주입 수송층 (14) 으로부터 수송된 전자가 발광층 (12) 으로 이동하는 양/스피드 쪽을 크게 할 수 있다. 그 때문에, 전자 주입 수송층 (14) 내에 홀이나 여기자가 진입하는 것이 더욱 적어지고, 또한 전자 주입 수송층 (14) 의 계면 및 계면 근방에 홀이 쌓이는 (여기자의 존재 확률이 높아지는) 것이 더욱 적어진다. 이로써, 전자 주입 수송층 (14) 의 열화를 보다 적게 할 수 있고, 유기 EL 소자의 소자 수명을 더욱 길게 할 수 있다.

이와 같이, 비발광층 (13) 에 있어서의 전자 이동도를 높게 함으로써, 발광 효율을 더욱 향상시키는 것이 가능하게 된다.

또한, 이상과 같이 구성하면, 발광층 (12) 내에서의 홀과 전자가 재결합하는 비율을 종래보다 높게 할 수 있기 때문에, 종래보다 발광 효율을 높게 하는 것도 가능하게 된다.

비발광층 (13) 은 단일 재료에 의해 형성할 수도 있고, 복수의 재료에 의해 형성할 수도 있다. 이하, 비발광층 (13) 에 함유되는 재료와 비발광층 (13) 의 제작방법에 대하여 설명한다.

<단일 재료로 구성>

비발광층 (13) 을 단일 재료로 제작하는 경우에는, 비발광층 (13) 에 전자 수송성을 부여하고, 또한 전자 주입 수송층 (14) (전자 주입 수송층 (14) 을 구성하는 재료) 보다 높은 홀 수송성을 부여하는 재료가 사용된다. 이 재료는, 예를 들어 전자 수송성을 구비하고, TOF 법으로 규정된 홀 이동도가 TOF 법으로 규정된 전자 주입 수송층 (14) 의 홀 이동도보다 높은 재료가 있고, 보다 구체적으로는 이하와 같은 재료에서 선택할 수 있다.

디스티릴아릴렌 유도체, 디스티릴벤젠 유도체, 디스티릴아민 유도체, 퀴놀리노라트계 금속착물, 트리아릴아민 유도체, 아조메틴 유도체, 옥사디아졸 유도체, 피라졸로퀴놀린 유도체, 시롤 유도체, 디카르바졸 유도체, 올리고티오펜 유도체, 테트라페닐부타디엔 유도체, 벤조피란 유도체, 트리아졸 유도체, 벤조옥사졸 유도체, 벤조티아졸 유도체, 트리스(8-퀴놀리놀)알루미늄, N,N'-비스(4'-디페닐아미노-4-비페닐)-N,N'-디페닐벤지딘, 4,4'-비스(2,2'-디페닐비닐)비페닐 등.

이러한 재료 중에서도, 비발광층 (13) 을 형성하였을 때에 발광을 수반하지 않는 재료가 바람직하게 선택된다. 이 이유는, 단일 비발광층 (13) 이 발광한 경우, 발광층 (12) 의 발광광의 색도 등을 손상시키기 때문이다.

<복수 재료로 구성>

비발광층 (13) 을 복수의 재료로 제작하는 경우에는, 적어도 전자 수송성을 구비한 하나 또는 복수의 전자 수송성 재료와, 전자 주입 수송층 (14) 보다 높은 홀 수송성을 구비한 하나 또는 복수의 홀 수송성 재료가 선택된다. 또한, 홀 수송성 재료는 TOF 법에 의한 홀 이동도가 비발광층 (13) 에 포함되는 전자 수송성 재료의 TOF 법에 의한 홀 이동도보다 높은 재료로 해도 된다.

또한, 전자 수송성 재료의 전자 수송성을 홀 수송성 재료의 홀 수송성보다 크게 하면 된다. 예를 들어, TOF 법으로 규정되는 전자 수송성 재료의 전자 이동도를 TOF 법으로 규정되는 홀 수송성 재료의 홀 이동도보다 커지도록 재료 선택을 행하면, 비발광층 (13) 에 있어서 전자 이동도가 홀 이동도보다 우세한 것이 되기 때문에, 상기한 효과를 얻을 수 있다.

전자 수송성 재료로는, 이상의 성질을 갖는 재료이면 되고, 예를 들어 이하와 같은 재료 중에서 선택할 수도 있다.

1,3-비스[5'-(p-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2'-일]벤젠이나 2-(4-비피닐일)-5-(4-t-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸 등의 옥사디아졸 유도체나; 3-(4'-tert-부틸페닐)-4-페닐-5-(4"-비페닐)-1,2,4-트리아졸 등의 트리아졸 유도체 등.

트리아진 유도체, 페릴렌 유도체, 퀴놀린 유도체, 퀴녹살린 유도체, 디페닐퀴논 유도체, 니트로 치환 플루오레논 유도체, 티오피란디옥사이드 유도체, 안트라퀴노디메탄 유도체, 티오피란디옥시드 유도체, 나프탈렌페릴렌 등의 복소환 테트라카르복시산무수물, 카르보다이미드, 플루오레닐리덴메탄 유도체, 안트라퀴노디메탄 유도체, 안트론 유도체, 디스티릴피라진 유도체 등.

비스(10-벤조[h]퀴놀리노라트)베릴륨, 5-히드록시플라본의 베릴륨염, 5-히드록시플라본의 알루미늄염 등의 유기 금속착물, 8-히드록시퀴놀린 또는 그 유도체의 금속착물 등. 보다 구체적으로는, 옥신 (일반적으로 8-퀴놀리놀 또는 8-히드록시퀴놀린) 의 킬레이트를 함유하는 금속 킬레이트옥시노이드 화합물, 예를 들어 트리스(8-퀴놀리놀)알루미늄이나 트리스(5,7-디클로로-8-퀴놀리놀)알루미늄, 트리스(5,7-디브로모-8-퀴놀리놀)알루미늄, 트리스(2-메틸-8-퀴놀리놀)알루미늄 등을 들 수 있다. 또한, 이들 금속착물의 중심 금속이 인듐, 마그네슘, 구리, 칼슘, 주석 또는 납으로 대체된 금속착물 등도 들 수 있다. 메탈 프리 또는 메탈프탈로시아닌 또는 이들의 말단이 알킬기, 술폰기 등으로 치환되어 있는 것도 사용된다.

홀 수송성 재료로는, 이상의 성질을 구비한 재료이면 되고, 예를 들어 이하의 재료를 사용할 수도 있다.

디스티릴벤젠 유도체, 디스티릴아민 유도체, 트리아릴아민 유도체, 아조메틴 유도체, 디스티릴아릴렌 유도체, 옥사디아졸 유도체, 디카르바졸 유도체, 올리고티오펜 유도체, 테트라페닐부타디엔 유도체, 벤조피란유도체, 트리아졸 유도체, 벤조옥사졸 유도체, 벤조티아졸 유도체 등.

또한, 디스티릴아릴렌 유도체, 스틸벤 유도체, 카르바졸 유도체, 트리아릴아민 유도체, 더욱 바람직하게는 N,N'-비스(4'-디페닐아미노-4-비페닐)-N,N'-디페닐벤지딘이 바람직하게 채용된다.

이상에서 든 것과 같은 재료 중, 상기와 동일한 이유로 인해, 비발광층 (13) 을 형성하였을 때에 발광하지 않는 재료가 적절히 선택된다.

또한, 전자 수송성 재료의 하나 이상이, 전자 주입 수송층 (14) 에 함유되는 재료/전자 주입 수송층 (14) 에 사용할 수 있는 재료의 하나 이상과 동일한 재료여도 된다. 즉, 전자 주입 수송층 (14) 에 함유되는 전자 수송성 재료를 전자 수송성 재료로서 사용할 수도 있다.

이러한 구성으로 해도, 소자 수명을 길게 할 수 있는 (비발광층 (14) 의 열화/비발광층 (14) 에 있어서의 전자 수송성 재료의 열화를 적게 할 수 있는) 것은, 비발광층 (14) 에 홀 수송성 재료를 함유하고 있기 때문이다. 요컨대, 홀 수송성 재료가 홀 및 여기자에 대한 내성을 갖기 때문에, 비발광층 (14) 은 전자 주입 수송층 (14) 에 함유되는 전자 수송성 재료가 함유되어 있더라도, 이 전자 수송성 재료만으로 구성된 층과 비교하여, 층으로서의 열화를 적게 할 수 있기 때문이다.

또한, 홀 수송성 재료의 하나 이상이, 발광층 (12) 에 함유되는 재료/발광층 (12) 에 사용할 수 있는 재료의 하나 이상과 동일한 재료여도 되는데, 비발광층 (13) 에서 발광시키지 않기 위해서는, 예를 들어 다음과 같이 하면 된다.

- 후술하는 바와 같이 발광층 (12) 을 호스트재 및 도펀트로 구성하고, 비발광층 (13) 의 홀 수송성 재료로서 상기 호스트재를 사용한다.

이 경우, 호스트재 자체에 의한 발광은 없다 (발광 피크는 발견되지 않는다).

- 발광층 (12) 형성용 재료이나, 발광층 (12) 에 함유되어 있지 않은 재료로서, 비발광층 (13) 에 함유시킨 경우에 발광이 없는 (발광 피크가 발견되지 않는다) 재료를 사용한다.

#### <제조방법>

비발광층 (13) 은 상기한 바와 같은 재료를 스퍼터링법이나 이온 플레이팅법, 진공 증착법, 스핀 코트법, 전자빔 증착법 등의 공지된 유기 EL 소자의 각 층을 형성하는 막형성방법을 이용하여, 발광층 (12) 상에 막형성함으로써 제작할 수 있다. 예를 들어, 전자 수송성 재료로서 트리스(8-퀴놀리놀)알루미늄을, 홀 수송성 재료로서 비스(2-메틸-8-퀴놀리노라트)(p-페닐페놀레이트)알루미늄을 채용하여, 발광층 (12) 상에 공증착시킴으로써 비발광층 (13) 을 형성할 수 있었다. 이렇게 하여 형성한 비발광층 (13) 은 상기한 비발광층 (13) 의 효과 (장수명화 등) 를 갖고 있었다. 또한, 비발광층 (13) 으로부터의 발광 (요컨대 트리스(8-퀴놀리놀)알루미늄 등에 의한 발광 피크) 은 관측되지 않았다.

비발광층 (13) 의 막두께는, 채용하는 재료에 따라 다르기도 하지만, 일반적으로는 0.5nm~50nm 정도이다.

이상과 같이, 유기 EL 소자의 발광층 (12) 과 전자 주입 수송층 (14) 사이에 비발광층 (13) 을 형성하면, 비발광층 (13) 을 갖지 않은 종래의 유기 EL 소자보다 소자 수명을 길게 할 수 있다.

또한, 비발광층 (13) 을 형성한 유기 EL 소자를 제작한 결과, 유기 EL 소자에 흐르게 하는 전류의 크기, 즉 휘도에 따른 색도의 변화가, 비발광층 (13) 을 형성하고 있지 않은 종래의 유기 EL 소자와 비교하여 적음을 알 수 있었다.

이하, 비발광층 이외의 층에 대하여 설명한다.

#### 《양극 10》

양극 (10) 은 홀 주입 수송층 (11) 에 홀을 주입하는 전극이다. 따라서, 양극 (10) 형성용 재료는, 이 성질을 양극 (10) 에 부여하는 재료이면 되고, 일반적으로는 금속, 합금, 전기 전도성 화합물 및 이들의 혼합물 등, 공지된 재료가 선택된다.

양극 (10) 형성용 재료로는, 예를 들어 이하의 것이 있다.

ITO (인듐-주석-옥사이드), IZO (인듐-아연-옥사이드), 산화주석, 산화아연, 아연알루미늄산화물, 질화티탄 등의 금속 산화물이나 금속 질화물;

금, 백금, 은, 구리, 알루미늄, 니켈, 코발트, 납, 크롬, 몰리브덴, 텅스텐, 탄탈, 니오브 등의 금속;

이들의 금속 합금이나 요오드화 구리의 합금 등,

폴리아닐린, 폴리티오펜, 폴리피롤, 폴리페닐렌비닐렌, 폴리(3-메틸티오펜), 폴리페닐렌술피드 등의 도전성 고분자 등.

양극 (10) 은 발광층 (12) 보다 광추출층에 형성되는 경우에는, 일반적으로 추출하는 광에 대한 투과율이 10% 보다 커지도록 설정된다. 가시광 영역의 광을 추출하는 경우에는, 가시광 영역에서 투과율이 높은 ITO 가 바람직하게 사용된다.

반사성 전극으로서 사용되는 경우에는, 이상과 같은 재료 중, 외부로 추출하는 광을 반사하는 성능을 구비한 재료가 적절히 선택되고, 일반적으로는 금속이나 합금, 금속 화합물이 선택된다.

양극 (10) 은 상기한 바와 같은 재료 일종만으로 형성해도 되고, 복수를 혼합하여 형성해도 된다. 또한, 동일 조성 또는 이종 조성의 복수층으로 이루어지는 복층 구조여도 된다.

양극 (10) 의 저항이 높은 경우에는, 보조 전극을 형성하여 저항을 낮추면 된다. 보조 전극은 구리, 크롬, 알루미늄, 티탄, 알루미늄 합금 등의 금속 또는 이들의 적층물이 양극 (10) 에 부분적으로 병설된 전극이다.

양극 (10) 은 상기한 바와 같은 재료를 사용하여, 스퍼터링법이나 이온 플레이팅법, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 전자빔 증착법 등의 공지된 박막형성법에 의해 형성된다.

또한, 표면의 일함수가 높아지도록 오존 세정이나 산소 플라즈마 세정, UV 세정을 행하면 된다. 유기 EL 소자의 단락이나 결함의 발생을 억제하기 위해서는, 입경을 미소화하는 방법이나 막형성후에 연마하는 방법에 의해, 표면의 조도를 자승평균값으로서 20nm 이하로 제어하면 된다.

양극 (10) 의 막두께는, 사용하는 재료에 따라 다르기도 하지만, 일반적으로 5nm~1 $\mu$ m 정도, 바람직하게는 10nm~1 $\mu$ m 정도, 더욱 바람직하게는 10~500nm 정도, 특히 바람직하게는 10nm~300nm 정도, 가장 바람직하게는 10~200nm 의 범위에서 선택된다.

양극 (10) 의 시트 전기저항은 바람직하게는 수백 오옴/시트 이하, 보다 바람직하게는 5~50 오옴/시트 정도로 설정된다.

#### <홀 주입 수송층 (11)>

홀 주입 수송층 (11) 은 양극 (10) 과 발광층 (12) 사이에 형성되는 층으로서, 양극 (10) 으로부터 홀이 주입되고, 주입된 홀을 발광층 (12) 으로 수송하는 층이다. 일반적으로, 홀 주입 수송층 (11) 의 이온화 포텐셜은 양극 (10) 의 일함수와 발광층 (12) 의 이온화 포텐셜 사이가 되도록 설정되고, 통상은 5.0eV~5.5eV 로 설정된다.

도 1 에 나타내는 유기 EL 소자는, 홀 주입 수송층 (11) 을 구비함으로써 다음과 같은 성질을 갖는다.

- 구동 전압이 낮다.
- 양극 (10) 으로부터 발광층 (12) 으로의 홀 주입이 안정화되므로 소자가 장수명화된다.
- 음극 (10) 과 발광층 (12) 의 밀착성이 상승하기 때문에, 발광면의 균일성이 높아진다.
- 양극 (10) 의 돌기 등을 피복하여 소자 결함을 감소시킬 수 있다.

또한, 홀 주입 수송층 (11) 은, 발광층 (12) 보다 광추출층에 형성되는 경우에는, 추출하는 광에 대하여 투명하게 형성된다. 홀 주입 수송층 (11) 을 형성 가능한 재료 중에서, 박막화되었을 때에 상기 광에 대하여 투명한 재료가 적절히 선택되고, 일반적으로는 추출하는 광에 대한 투과율이 10% 보다 커지도록 설정된다.

홀 주입 수송층 (11) 형성용 재료로는, 홀 주입 수송층 (11) 에 이상의 성질을 부여하는 것이면 특히 제한은 없고, 광전도 재료의 홀 주입 재료로서 사용할 수 있는 공지된 재료나, 유기 EL 소자의 홀 주입 수송층에 사용되고 있는 공지된 재료들 중에서 임의의 재료를 선택하여 사용할 수 있다.

예를 들어, 프탈로시아닌 유도체나 트리아졸 유도체, 트리아릴메탄 유도체, 트리아릴아민 유도체, 옥사졸 유도체, 옥사디아졸 유도체, 히드라존 유도체, 스틸벤 유도체, 피라졸린 유도체, 피라졸론 유도체, 폴리실란 유도체, 이미다졸 유도체, 페닐렌디아민 유도체, 아미노 치환 칼콘 유도체, 스티릴안트라센 유도체, 플루오렌 유도체, 히드라존 유도체, 실라잔 유도체, 아닐린계 공중합체, 포르피린 화합물, 폴리아릴알칸 유도체, 폴리페닐렌비닐렌 및 그 유도체, 폴리티오펜 및 그 유도체, 폴리-N-비닐카르바졸 유도체 등), 티오펜 올리고머 등의 도전성 고분자 올리고머, 방향족 제 3 급 아민 화합물, 스티릴아민 화합물 등을 들 수 있다.

트리아릴아민 유도체로는, 예를 들어 4,4'-비스 [N-페닐-N-(4''-메틸페닐)아미노] 비페닐, 4,4'-비스 [N-페닐-N-(3''-메틸페닐)아미노] 비페닐, 4,4'-비스 [N-페닐-N-(3''-메톡시페닐)아미노] 비페닐, 4,4'-비스 [N-페닐-N-(1''-나프틸)아미노] 비페닐, 3,3'-디메틸-4,4'-비스 [N-페닐-N-(3''-메틸페닐)아미노] 비페닐, 1,1-비스 [4'-[N,N-디(4''-메틸페닐)아미노]페닐] 시클로헥산, 9,10-비스 [N-(4'-메틸페닐)-N-(4''-n-부틸페닐)아미노] 페난트렌, 3,8-비스 (N,N-디페닐아미노)-6-페닐페난트리딘, 4-메틸-N,N-비스 [4'',4'''-비스[N',N''-디(4-메틸페닐)아미노]비페닐-4-일] 아닐린, N,N''-비스 [4-(디페닐아미노)페닐] -N,N'-디페닐-1,3-디아미노벤젠, N,N'-비스 [4-(디페닐아미노)페닐] -N,N'-디페닐-1,4-디아미노벤젠, 5,5''-비스 [4-(비스[4-메틸페닐]아미노)페닐] -2,2':5',2''-터티오펜, 1,3,5-트리스(디페닐아미노)벤젠, 4,4',4''-트리스(N-카르바졸리일)트리페닐아민, 4,4',4''-트리스 [N-(3'''-메틸페닐)-N-페닐아미노] 트리페닐아민, 4,4',4''-트리스 [N,N-비스(4'''-tert-부틸비페닐-4''''-일)아미노] 트리페닐아민, 1,3,5-트리스 [N-(4'-디페닐아미노)페닐]-N-페닐아미노] 벤젠, 트리페닐아민의 3 량체, N,N'-비스(4'-디페닐아미노-4-비페닐)-N,N'-디페닐벤지딘 등을 들 수 있다.

포르피린 화합물로는, 예를 들어, 포르핀, 1,10,15,20-테트라페닐-21H,23H-포르핀구리(II), 1,10,15,20-테트라페닐-21H,23H-포르핀아연(II), 5,10,15,20-테트라키스(헨타플루오로페닐)-21H,23H-포르핀, 규소프탈로시아닌옥시드, 알루미늄프탈로시아닌클로리드, 프탈로시아닌 (무금속), 디리튬프탈로시아닌, 구리테트라메틸프탈로시아닌, 구리프탈로시아닌, 크롬프탈로시아닌, 아연프탈로시아닌, 납프탈로시아닌, 티타늄프탈로시아닌옥시드, 마그네슘프탈로시아닌, 구리옥타메틸프탈로시아닌 등을 들 수 있다.

방향족 제 3 급 아민 화합물 및 스티릴아민 화합물로는, 예를 들어, N,N,N',N'-테트라페닐-4,4'-디아미노페닐, N,N'-디페닐-N,N'-비스-(3-메틸페닐)-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민, 2,2-비스(4-디-p-톨릴아미노페닐)프로판, 1,1-비스(4-디-p-톨릴아미노페닐)시클로헥산, N,N,N',N'-테트라-p-톨릴-4,4'-디아미노페닐, 1,1-비스(4-디-p-톨릴아미노페닐)-4-페닐시클로헥산, 비스(4-디메틸아미노-2-메틸페닐)페닐메탄, 비스(4-디-p-톨릴아미노페닐)페닐메탄, N,N'-디페닐-N,N'-디(4-메톡시페닐)-4,4'-디아미노비페닐, N,N,N',N'-테트라페닐-4,4'-디아미노페닐에테르, 4,4'-비스(디페닐아미노)쿠오드리페닐, N,N,N'-트리(p-톨릴)아민, 4-(디-p-톨릴아미노)-4'-[4(디-p-톨릴아미노)스티릴]스티벤, 4-N,N-디페닐아미노-2-디페닐비닐벤젠, 3-메톡시-4'-N,N-디페닐아미노스티벤젠, N-페닐카르바졸 등을 들 수 있다. 또한, 방향족 디메틸리덴계 화합물도 홀 주입 수송층 (310) 의 재료로서 사용할 수 있다.

홀 주입 수송층 (11) 은, 상기한 바와 같은 재료의 일종으로 형성해도 되고, 복수의 재료를 혼합하여 형성해도 된다. 또한, 동일 조성 또는 이종 조성의 복수층으로 이루어지는 복층 구조여도 된다.

홀 주입 수송층 (11) 은, 재료를 양극 상에, 예를 들어 진공 증착법이나 스핀 코트법, 캐스트법, LB 법 등의 공지된 박막 막 형성법에 의해 형성하면 된다.

막두께는, 선택하는 재료에 따라 다르기도 하지만, 통상은 5nm~5μm 이다.

### 《발광층 (12)》

발광층 (12) 은 주로 유기 재료로 구성되고, 양극 (10) 측 및 음극 (15) 측으로부터 각각 홀 및 전자가 주입되고, 홀 및 전자의 적어도 일방을 수송하여 양자를 재결합하고, 여기자를 만들어, 여기자가 기저 상태로 되돌아갈 때에 일렉트로루미네선스 (광) 를 발하는 층이다.

따라서, 발광층 (12) 형성용 재료 (유기 재료) 는 이하의 기능을 갖고 있으면 된다.

- 주입된 홀 및 전자의 적어도 일방을 전계의 힘에 의해 이동시키는 수송 기능.
- 전자와 홀이 재결합하여, 여기 상태 (여기자) 를 생성하는 기능.
- 여기 상태에서 기저 상태로 되돌아갈 때에 일렉트로루미네선스를 생성하는 기능.

이상의 기능을 구비한 재료로는, 대표적인 것으로는, 예를 들어 트리스(8-퀴놀리놀)알루미늄이나 Be-벤조퀴놀리놀을 들 수 있다.

또한, 이하와 같은 재료도 채용할 수 있다.

2,5-비스(5,7-디-t-펜틸-2-벤조옥사졸릴)-1,3,4-티아디아졸, 4,4'-비스(5,7-벤틸-2-벤조옥사졸릴)스틸벤, 4,4'-비스 [5,7-디-(2-메틸-2-부틸)-2-벤조옥사졸릴] 스틸벤, 2,5-비스(5,7-디-t-펜틸-2-벤조옥사졸릴)티오피, 2,5-비스 ([5-a,a-디메틸벤질] -2-벤조옥사졸릴)티오피, 2,5-비스 [5,7-디-(2-메틸-2-부틸)-2-벤조옥사졸릴] -3,4-디페닐 티오피, 2,5-비스(5-메틸-2-벤조옥사졸릴)티오피, 4,4'-비스(2-벤조옥사졸릴)비페닐, 5-메틸-2- [2-4-(5-메틸-2-벤조옥사졸릴)페닐] 비닐] 벤조옥사졸릴, 2- [2-(4-클로로페닐)비닐] 나프토 [1,2-d] 옥사졸 등의 벤조옥사졸계; 2,2'-(p-페닐렌디비닐렌)-비스벤조티아졸 등의 벤조티아졸계; 2- [2- [4-(2-벤조이미다졸릴)페닐] 비닐] 벤조이미다졸, 2- [2-(4-카르복시페닐)비닐] 벤조이미다졸 등의 벤조이미다졸계 등의 형광 증백제나,

비스(8-퀴놀리놀)마그네슘, 비스(벤조-8-퀴놀리놀)아연, 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라트)알루미늄옥사이드, 트리스(8-퀴놀리놀)인듐, 트리스(5-메틸-8-퀴놀리놀)알루미늄, 8-퀴놀리놀리튬, 트리스(5-클로로-8-퀴놀리놀)갈륨, 비스(5-클로로-8-퀴놀리놀)갈륨, 폴리 [아연-비스(8-히드록시-5-퀴놀리노닐)메탄] 등의 8-히드록시퀴놀린계 금속착물; 디리튬에핀 드리디온 등의 금속 킬레이트화 옥시노이드 화합물; 1,4-비스(2-메틸스티릴)벤젠, 1,4-(3-메틸스티릴)벤젠, 1,4-비스(4-메틸스티릴)벤젠, 디스티릴벤젠, 1,4-비스(2-에틸스티릴)벤젠, 1,4-비스(3-에틸스티릴)벤젠, 1,4-비스(2-메틸스티릴)2-메틸벤젠 등의 스티릴벤젠계 화합물; 2,5-비스(4-메틸스티릴)피라진, 2,5-비스(4-에틸스티릴)피라진, 2,5-비스 [2-(1-나프틸)비닐] 피라진, 2,5-비스(4-메톡시스티릴)피라진, 2,5-비스 [2-(4-비페닐)비닐] 피라진, 2,5-비스 [2-(1-피레닐)비닐] 피라진 등의 디스티릴피라진 유도체; 나프탈이미드 유도체; 페릴렌 유도체; 옥사디아졸 유도체; 아르다진 유도체; 시클로펜타디엔 유도체; 스티릴아민 유도체; 쿠마린계 유도체; 방향족 디메틸리덴 유도체; 안트라센; 살리실산염; 피렌; 콜로넨이나, 트리스(2-페닐피리딘)이리듐 등의 인광 발광 재료 등.

또한, 발광층 (12) 은 일렉트로루미네선스의 생성 기능을 담당하는 재료 (유기 발광 재료/도펀트) 와, 그 밖의 기능을 담당하는 재료 (호스트재) 를 함유해도 된다. 이 경우, 호스트재가 캐리어 주입 및 캐리어 수송을 행하고, 재결합에 의해 여기 상태가 된다. 여기 상태가 된 호스트재는 여기 에너지를 도펀트로 이동시킨다. 또한, 호스트재가 도펀트로 캐리어를 수송하고, 도펀트내에서 재결합을 행하고, 도펀트가 기저 상태로 되돌아갈 때에 광을 생성하는 기구도 채용할 수 있다. 도펀트는 기저 상태로 되돌아갈 때에 일렉트로루미네선스를 생성한다. 도펀트로는, 일반적으로 형광 재료나 인광 재료가 사용된다.

호스트재는 이상의 기능을 구비하여 있으면 되고, 공지된 재료를 사용할 수 있다. 예를 들어, 디스티릴아릴렌 유도체, 디스티릴벤젠 유도체, 디스티릴아민 유도체, 퀴놀리놀라트계 금속착물, 트리아릴아민 유도체, 아조메틴 유도체, 옥사디아졸 유도체, 피라졸로퀴놀린 유도체, 시롤 유도체, 나프탈렌 유도체, 안트라센 유도체, 디카르바졸 유도체, 페릴렌 유도체, 올리고티오피, 테트라페닐부타디엔 유도체, 벤조피란 유도체, 트리아졸 유도체, 벤조옥사졸 유도체, 벤조티아졸 유도체를 들 수 있다.

형광 재료는 형광성 재료 (형광 색소, 형광 도펀트) 로서, 호스트재로부터의 에너지를 얻어 기저 상태로 전이할 때에 발광하는 재료이다. 일반적으로는, 높은 형광 양자 효율을 갖는 재료가 선택되고, 첨가량은 호스트재에 대하여 0.01중량% 이상 20중량% 이하이다.

형광재료는 이상의 성질을 구비한 공지된 재료를 적절히 선택하면 되고, 예를 들어, 유로퓸 착물, 벤조피란 유도체, 로다민 유도체, 벤조티오잔텐 유도체, 포르피린 유도체, 나일레드, 히드로-1,1,7,7-테트라메틸-1H,5H-벤조(ij)퀴놀리딘-9-일)에테닐)-4H-피란-4H-이리듐)프로판디니트릴, 4-(디시아노메틸렌)-2-(메틸)-6-(P-디메틸-아미노-스티릴)-4H-피란, 쿠마린 유도체, 퀴나크리돈 유도체, 디스티릴아민 유도체, 피렌 유도체, 페릴렌 유도체, 안트라센 유도체, 벤조옥사졸 유도체, 벤조티아졸 유도체, 벤조이미다졸 유도체, 크리센 유도체, 페난트렌 유도체, 디스티릴벤젠 유도체, 테트라페닐부타디엔, 루브렌 등을 들 수 있다.

인광 재료는 인광성 재료 (인광 색소, 인광 도펀트) 로서, 호스트재료로부터의 에너지를 얻어 기저 상태로 전이할 때에 발광하는, 상온에 있어서 여기 상태의 일중항 및 삼중항으로부터 발광을 취출할 수 있는 재료이다. 인광재료의 첨가량 (도프량) 은, 일반적으로는 호스트재에 대하여 0.01중량% 이상 30중량% 이하가 된다.

인광 재료는, 상온에 있어서 여기 상태에 있어서의 일중항 상태 및 삼중항 상태로부터의 발광을 이용할 수 있는 재료이면 특별히 한정이 없고, 발광층용 인광 재료로서 선택되는 공지된 재료를 사용할 수 있다. 일반적으로는 인광 발광성 중금속 착물이 사용되는 경우가 많다.

예를 들어, 녹색 인광 재료로는, 트리스(2-페닐피리딘)이리듐을 사용할 수 있다. 적색 인광 재료로는, 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르핀플라티나(II) 를 사용할 수 있다. 또한, 이들 재료의 중심 금속을 다른 금속으로 바꿔도 된다.

발광층 (12) 은, 예를 들어 진공 증착법이나 스펀 코트법, 캐스트법, LB 법 등의 공지된 박막화법에 의해, 홀 주입 수송층 (11) 상에 형성하면 된다.

막두께는, 채용하는 재료에 따라 다르기도 하지만, 일반적으로는 1nm~100nm 정도이고, 바람직하게는 2~50nm 정도이다.

또한, 동일 층내에 도펀트를 복수 첨가함으로써, 발광색이 혼색화되거나, 2 이상의 광을 발하거나, 호스트재료로부터 저에너지인 제 1 도펀트로 에너지 이동한 후에, 보다 낮은 에너지인 제 3 도펀트 에너지를 효율적으로 이동시킬 수 있게 된다. 또한, 호스트재가 도펀트에 캐리어를 수송하고, 도펀트내에서 재결합하고, 도펀트가 기저 상태로 되돌아갈 때에 광을 생성하는 기구도 채용할 수 있다.

또한, 발광층 (12) 이 발하는 광 (일렉트로루미네선스) 의 색도나 채도, 명도, 휘도 등의 조정은 발광층 (12) 을 형성하는 재료의 종류의 선택과, 첨가량의 조정, 막두께의 조정 등에 의해 행할 수 있다.

또한, 발광층 (12) 의 발광색의 조정수법에는 이하와 같은 수법도 있다. 이들의 하나 또는 복수의 수법을 이용하여 발광색을 조정하면 된다.

- 발광층 (12) 보다 광취출측에 컬러 필터를 형성하여 조정하는 수법.

컬러 필터는 투과하는 파장을 한정함으로써 발광색을 조정한다. 컬러 필터로는, 예를 들어 청색의 필터로서는 산화코발트, 녹색의 필터로서는 산화코발트와 산화크롬의 혼합계, 적색의 필터로서는 산화철 등의 공지된 재료를 사용하여, 예를 들어 진공 증착법 등의 공지된 박막 막형성법을 이용하여 기관 (2) 상에 형성해도 된다.

- 발광을 촉진하거나 저해하는 재료를 첨가하여 발광색을 조정하는 수법.

예를 들어, 호스트재료로부터 에너지를 받아들이고, 이 에너지를 도펀트로 옮기는, 이른바 어시스트 도펀트를 첨가하여, 호스트재료로부터 도펀트로의 에너지 이동을 용이하게 할 수 있다. 어시스트 도펀트로는, 공지된 재료로부터 적절히 선택되고, 예를 들어 상기한 호스트재나 도펀트로서 이용할 수 있는 재료로부터 선택되는 경우가 있다.

- 발광층 (12) 보다 광취출측에 있는 층 (기관 (2) 을 포함한다) 에, 파장을 변환하는 재료를 첨가하여 발광색을 조정하는 수법.

이 재료로는 공지된 파장 변환 재료를 사용할 수 있고, 예를 들어 발광층 (12) 으로부터 발해진 광을 다른 저에너지 파장의 광으로 변환하는 형광 변환 물질을 채용할 수 있다. 형광 변환 물질의 종류는 목적으로 하는 유기 EL 장치로부터 출사시키고자 하는 광의 파장과 발광층 (12) 으로부터 발해지는 광의 파장에 따라 적절히 선택된다. 또한, 형광 변환 물질의 사용량은 농도 소광을 일으키지 않는 범위내에서 그 종류에 따라 적절히 선택 가능한데, 투명 수지 (미경화의 것) 에 대하여  $10^{-5} \sim 10^{-4}$ 몰/리터 정도가 적당하다. 형광 변환 물질은 1 종만을 사용해도 되고, 복수종을 병용해도 된다. 복수종을 병용하는 경우에는, 그 조합에 따라 청색광, 녹색광 및 적색광 이외에, 백색광이나 중간색의 광을 방출할 수 있다. 형광 변환 물질의 구체예로는, 하기 (a)~(c) 에 나타내는 물질을 들 수 있다.

(a) 자외광에 의해 여기되어 청색광을 방출하는 것

1,4-비스(2-메틸스티렌)벤젠, 트랜스-4,4'-디페닐스티렌 등의 스틸벤계 색소, 7-히드록시-4-메틸쿠마린 등의 쿠마린계 색소, 4,4'-비스(2,2'-디페닐비닐)비페닐 등의 색소.

(b) 청색광에 의해 여기되어 녹색광을 방출하는 것

2,3,5,6-1H,4H-테트라히드로-8-트리프톨메틸퀴놀리디노(9,9a,1-gh)쿠마린 등의 쿠마린 색소 등.

(c) 청색에서 녹색에 걸친 파장의 광에 의해 여기되어 주황색에서 적색에 걸친 파장의 광을 방출하는 것

4-(디시아노메틸렌)-2-메틸-6-(p-디메틸아미노스티릴)-4H-피란, 4-(디시아노메틸렌)-2-페닐-6-(2-(9-유로리딜)에테닐)-4H-피란, 4-(디시아노메틸렌)-2,6-디(2-(9-유로리딜)에테닐)-4H-피란, 4-(디시아노메틸렌)-2-메틸-6-(2-(9-유로리딜)에테닐)-4H-피란, 4-(디시아노메틸렌)-2-메틸-6-(2-(9-유로리딜)에테닐)-4H-티오피란 등의 시아닌계 색소, 1-에틸-2-(4-(p-디메틸아미노페닐)-1,3-부타디에닐)-피리듐-피코라레이트(피리딘 1) 등의 피리딘계 색소, 로다민 B, 로다민 6G 등의 크산틴계 색소, 옥사진계 색소 등.

또한, 상기한 효과는 발광층 (12) 이 홀 수송성인 경우에 특히 얻어진다.

발광층 (12) 이 홀 수송성이면, 전자와 재결합하지 않고 전자 주입 수송층 (13) 에 진입하는 홀이 많아진다. 따라서, 이러한 유기 EL 소자에 비발광층 (13) 을 형성함으로써 소자 수명을 매우 길게 할 수 있다.

《전자 주입 수송층 (14)》

전자 주입 수송층 (14) 은 음극 (15) 과 비발광층 (13) 사이에 형성되는 층으로서, 음극 (15) 으로부터 주입된 전자를 비발광층 (13) 으로 수송하는 층이고, 유기 EL 소자에 상기한 바와 같은 성질을 부여한다.

전자 주입 수송층 (14) 형성용 재료로는, 광전도 재료의 전자 주입 재료로서 사용할 수 있는 공지된 재료나, 유기 EL 장치의 전자 주입 수송층에 사용되고 있는 공지된 재료 중에서 임의의 재료가 선택되고, 일반적으로는 전자 친화력이 음극의 일함수와 비발광층 (13) 의 전자 친화력의 사이가 되는 재료가 사용된다.

구체적으로는, 1,3-비스[5'-(p-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2'-일]벤젠이나 2-(4-비피닐일)-5-(4-t-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸 등의 옥사디아졸 유도체나; 3-(4'-tert-부틸페닐)-4-페닐-5-(4"-비페닐)-1,2,4-트리아졸 등의 트리아졸 유도체; 등도 사용할 수 있다. 트리아진 유도체, 페릴렌 유도체, 퀴놀린 유도체, 퀴녹살린 유도체, 디페닐퀴논 유도체, 니트로 치환 플루오레논 유도체, 테트라페닐메탄 유도체, 티오피란디옥사이드 유도체, 안트라퀴노디메탄 유도체, 티오피란디옥시드 유도체, 나프탈렌페릴렌 등의 복소환 테트라카르복시산무수물, 카르보디이미드, 플루오레닐리덴메탄 유도체, 안트라퀴노디메탄 유도체, 안트론 유도체, 디스티릴피라진 유도체, 페난트롤린 유도체 등도 사용할 수 있다.

또한, 비스(10-벤조[h]퀴놀리노라트)베릴륨, 5-히드록시플라본의 베릴륨염, 5-히드록시플라본의 알루미늄염 등의 유기 금속착물도 바람직하게 선택되는데, 8-히드록시퀴놀린 또는 그 유도체의 금속착물도 특히 바람직하게 선택된다. 구체적으로는, 옥신 (일반적으로 8-퀴놀리놀 또는 8-히드록시퀴놀린) 의 킬레이트를 포함하는 금속 킬레이트옥시노이드 화합물, 예를 들어 트리스(8-퀴놀리놀)알루미늄이나 트리스(5,7-디클로로-8-퀴놀리놀)알루미늄, 트리스(5,7-디브로모-8-퀴놀리놀)알루미늄, 트리스(2-메틸-8-퀴놀리놀)알루미늄 등을 들 수 있다. 또한, 이들 금속착물의 중심 금속이 인듐, 마그네슘, 구리, 칼슘, 주석 또는 납으로 대체된 금속착물 등도 들 수 있다. 메탈 프리 또는 메탈프탈로시아닌 또는 이들의 말단이 알킬기, 술폰기 등으로 치환되어 있는 것도 바람직하게 사용된다.

전자 주입 수송층 (14) 은 상기한 바와 같은 재료 일종만으로 형성해도 되고, 복수를 혼합하여 형성해도 된다. 또한, 동일 조성 또는 이종 조성의 복수층으로 이루어지는 복층 구조여도 된다.

전자 주입 수송층 (14) 은, 상기한 바와 같은 재료를 사용하여, 스퍼터링법이나 이온 플레이팅법, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 전자빔 증착법 등의 공지된 박막 형성법에 의해 형성된다.

막두께는, 사용하는 재료에 의해서도 다르지만, 통상은 5nm~5μm 이다.

또한, 전자 주입 수송층 (14) 은 발광층 (12) 보다 광취출층에 형성되는 경우에는, 취출하는 광에 대하여 투명할 필요가 있다. 그 때문, 상기한 바와 같은 전자 주입 수송층 (14) 을 형성 가능한 재료 중에서, 박막화되었을 때에 상기 광에 대하여 투명한 재료가 적절히 선택되고, 일반적으로는 취출하는 광에 대한 투과율이 10% 보다 커지도록 설정된다.

《음극 15》

음극 (15) 은 전자 주입 수송층 (14) 에 전자를 주입하는 전극으로서, 전자 주입 효율을 높게 하기 위해 일함수가 예를 들어 4.5eV 미만의 금속이나 합금, 전기 전도성 화합물 및 이들의 혼합물이 전극 물질로서 채용된다.

이상과 같은 전극 물질로는, 예를 들어 리튬, 나트륨, 마그네슘, 은, 구리, 알루미늄, 인듐, 칼슘, 주석, 루테튬, 티타늄, 망간, 크롬, 이트륨, 알루미늄-칼슘 합금, 알루미늄-리튬 합금, 알루미늄-마그네슘 합금, 마그네슘-은 합금, 마그네슘-인듐 합금, 리튬-인듐 합금, 나트륨-칼슘 합금, 나트륨-칼륨 합금, 마그네슘/구리 혼합물, 알루미늄/산화알루미늄 혼합물 등을 들 수 있다. 또한, 양극에 사용되는 재료로서 채용할 수 있는 재료도 사용할 수 있다.

음극 (15) 은 발광층 (12) 보다 광취출층에 형성되는 경우에는, 일반적으로 취출하는 광에 대한 투과율이 10% 보다 커지도록 설정되고, 예를 들어 초박막 마그네슘-은 합금에 투명한 도전성 산화물을 적층화하여 형성된 전극 등이 채용된다. 또한, 이 음극에 있어서, 도전성 산화물을 스퍼터링할 때에 유기 발광층 (31) 등이 플라즈마에 의해 손상되는 것을 막기 위해, 구리프탈로시아닌 등을 첨가한 버퍼층을 음극 (15) 과 전자 주입 수송층 (14) 사이에 형성하면 된다.

광반사성 전극으로서 사용되는 경우에는, 이상과 같은 재료 중, 외부로 취출하는 광을 반사하는 성능을 구비한 재료가 적절히 선택되고, 일반적으로는 금속이나 합금, 금속 화합물이 선택된다.

음극 (15) 은 이상과 같은 재료 단독으로 형성해도 되고, 복수의 재료에 의해서 형성해도 된다. 예를 들어, 마그네슘에 은이나 구리를 1%~20% 첨가시키거나, 알루미늄에 리튬을 0.1~10중량% 첨가시키면, 음극 (15) 의 산화를 방지할 수 있고, 또한 음극 (15) 의 전자 주입 수송층 (14) 과의 접촉성도 높아진다.

또한, 음극 (15) 은 동일 조성 또는 이종 조성의 복수층으로 이루어지는 복층 구조여도 된다. 예를 들어, 이하와 같은 구조로 해도 된다.

- 음극 (15) 의 산화를 막기 위해, 음극 (15) 의 전자 주입 수송층 (14) 과 접하지 않는 부분에, 내식성이 있는 금속으로 이루어지는 보호층을 형성한다.

이 보호층 형성용 재료로는 예를 들어 은이나 알루미늄 등이 바람직하게 사용된다.

- 음극 (15) 의 일함수를 작게 하기 위해, 음극 (15) 과 전자 주입 수송층 (14) 의 계면 부분에 일함수가 작은 산화물이나 불화물, 금속, 화합물 등을 삽입한다.

예를 들어, 음극 (15) 의 재료를 알루미늄으로 하고, 계면 부분에 불화리튬이나 산화리튬을 삽입한 것도 사용된다.

음극 (15) 은 진공 증착법, 스퍼터링법, 이온화 증착법, 이온 플레이팅법, 전자빔 증착법 등의 공지된 박막 막형성법에 의해 형성할 수 있다.

막두께는, 사용하는 전극 물질의 재료에 따라 다르기도 하지만, 일반적으로 5nm~1 $\mu$ m 정도, 바람직하게는 5~1000nm 정도, 특히 바람직하게는 10nm~500nm 정도, 가장 바람직하게는 50~200nm 로 설정된다.

음극 (15) 의 시트 전기저항은 수백 오옴/시트 이하로 설정하는 것이 바람직하다.

《기타 층, 첨가제》

본 실시형태와 관련된 유기 EL 소자에는, 도 1 에 나타내는 층 이외의 공지된 층을 형성해도 되고, 또한 구성하는 층에 공지된 첨가제 (도펀트) 등을 첨가시켜도 (도핑해도) 된다. 예를 들어, 이하와 같이 변형할 수 있다.

<층간에 형성하는 층>

층끼리의 밀착성을 향상시키거나, 전자 주입성 또는 홀 주입성을 향상시키기 위한 층을 형성해도 된다.

예를 들어, 음극 (15) 을 형성하는 재료와 전자 주입 수송층 (14) 을 형성하는 재료를 공중착시킨 음극 계면층을 양자간에 형성해도 된다. 이로써, 발광층 (12) 과 음극 (15) 사이에 존재하는 전자 주입의 에너지 장벽을 완화할 수 있다. 또한, 음극 (15) 과 전자 주입 수송층 (14) 의 밀착성을 향상시킬 수도 있다.

음극 계면층 형성용 재료는 음극 계면층에 이상의 성능을 부여하는 재료이면 특별히 제한 없이 채용할 수 있고, 공지된 재료도 사용할 수 있다. 예를 들어, 불화리튬, 산화리튬, 불화마그네슘, 불화칼슘, 불화스트론튬, 불화바륨 등의 알칼리금속, 알칼리 토금속의 불화물, 산화물, 염화물, 황화물 등을 사용할 수 있다. 음극 계면층은 단독의 재료로 형성해도 되고, 복수의 재료에 의해 형성해도 된다.

막두께는 0.1nm~10nm 정도이고, 바람직하게는 0.3nm~3nm 이다.

음극 계면층은 음극 계면층내에서 막두께를 균일하게 형성해도 되고, 불균일하게 형성해도 되고, 섬 형상으로 형성해도 되고, 진공 증착법 등의 공지된 박막 막형성법에 의해 형성할 수 있다.

#### <보호층>

유기 EL 소자가 산소나 수분과 접촉하는 것을 방지할 목적으로, 보호층 (밀봉층, 패시베이션막) 을 형성해도 된다.

보호층에 사용하는 재료로는, 예를 들어 유기 고분자 재료, 무기 재료, 또한 광경화성 수지 등을 들 수 있고, 보호층에 사용하는 재료는 단독으로 사용해도 되고, 또는 복수 병용해도 된다. 보호층은 일층 구조여도 되고, 또한 다층 구조여도 된다.

유기 고분자 재료의 예로는, 클로로트리플루오로에틸렌 중합체, 디클로로디플루오로에틸렌 중합체, 클로로트리플루오로에틸렌 중합체와 디클로로디플루오로에틸렌 중합체와의 공중합체 등의 불소계 수지, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리아크릴레이트 등의 아크릴계 수지, 에폭시 수지, 규소 수지, 에폭시실리콘 수지, 폴리스티렌 수지, 폴리에스테르 수지, 폴리카보네이트 수지, 폴리아미드 수지, 폴리이미드 수지, 폴리아미드이미드 수지, 폴리파라자일렌 수지, 폴리에틸렌 수지, 폴리페닐렌옥사이드 수지 등을 들 수 있다.

무기 재료로는, 다이아몬드 박막, 아몰퍼스 실리카, 전기절연성 유리, 금속산화물, 금속질화물, 금속탄소화물, 금속황화물 등을 들 수 있다.

또한, 이상과 같은 재료에 상기한 형광 변환 물질을 첨가해도 된다.

또한, 유기 EL 소자를, 예를 들어 파라핀, 유동 파라핀, 실리콘 오일, 플루오로카본유, 제올라이트 첨가 플루오로카본유 등의 불활성 물질 중에 봉입하여 보호할 수 있다.

#### <홀 주입 수송층 (11), 전자 주입 수송층 (14) 으로의 도핑>

홀주입 수송층 (11) 이나 전자 주입 수송층 (14) 에 형광 재료 또는 인광 재료 등의 유기 발광 재료 (도펀트) 를 도핑하여, 이들 층에서도 광을 발하도록 해도 된다.

#### <음극 (15) 에 인접하는 층으로의 알칼리금속이나 알칼리금속 화합물의 도핑>

음극 (15) 에 알루미늄 등의 금속을 사용하는 경우에, 음극 (15) 과 유기 발광층 (31) 사이의 에너지 장벽을 완화시키기 위해, 음극 (15) 에 인접하는 층에 알칼리금속이나 알칼리금속 화합물을 도핑해도 된다. 첨가한 금속이나 금속 화합물에 의해 유기층이 환원되어 음이온이 생성되기 때문에, 전자 주입성이 높아지고, 인가 전압이 낮아진다. 알칼리금속 화합물로는, 예를 들어 산화물, 불화물, 리튬킬레이트 등을 들 수 있다.

#### 《기판 (2)》

기판 (2) 은 유기 EL 소자를 지지하는, 주로 판 형상의 부재이다. 유기 EL 소자는 구성하는 각 층이 매우 얇기 때문에, 일반적으로 기판 (2) 에 의해 지지된 유기 EL 디바이스로서 제작된다.

기판 (2) 은 유기 EL 소자가 적층되는 부재이기 때문에, 평면 평활성을 갖고 있는 것이 바람직하다.

또한, 기판 (2) 은 발광층 (12) 보다 광취출층에 있는 경우에는 취출하는 광에 대하여 투명하게 된다.

기판 (2) 으로는, 상기한 성능을 갖고 있으면 공지된 것을 사용할 수 있다. 일반적으로는, 유리 기판이나 규소 기판, 석영 기판 등의 세라믹스 기판이나, 플라스틱 기판이 선택된다. 또한, 금속 기판이나 지지체에 금속박을 형성한 기판 등도 사용된다. 또한, 동종 또는 이종의 기판을 복수 조합한 복합 시트로 이루어지는 기판을 사용할 수도 있다.

이와 같이, 본 실시형태와 관련된 유기 EL 소자는 이하의 (1)~(8) 중 어느 하나에 기재하는 구성을 구비하고 있으면 되고, 다른 부분은 적절히 변형할 수 있다.

(1) 양극 상에 적어도 발광층, 전자 주입 수송층 및 음극이 순차적으로 형성되고, 전자 주입 수송층과 발광층 사이에, 상기 전자 주입 수송층보다 홀 수송성이 크고, 또한 전자 수송성을 구비한 비발광층이 형성된 구성.

(2) 상기 (1) 의 구성에 있어서, 비발광층은 전자 수송성이 홀 수송성보다 높은 구성.

(3) 상기 (1) 또는 (2) 의 구성에 있어서, 비발광층은 상기 전자 주입 수송층보다 홀 수송성이 크고, 또한 전자 수송성을 구비한 재료를 함유하는 구성.

(4) 상기 (1) 또는 (2) 의 구성에 있어서, 비발광층은 전자 수송성을 구비한 하나 또는 복수의 전자 수송성 재료와, 전자 주입 수송층보다 높은 홀 수송성을 구비한 하나 또는 복수의 홀 수송성 재료를 함유하는 구성.

(5) 상기 (4) 의 구성에 있어서, 전자 수송성 재료의 하나 이상의 재료는 전자 주입 수송층에 함유되는 재료의 하나 이상과 동일한 재료인 구성.

(6) 상기 (4) 또는 (5) 의 구성에 있어서, 홀 수송성 재료의 하나 이상의 재료는 발광층에 함유되는 재료의 하나 이상과 동일한 재료인 구성.

(7) 상기 (4) 내지 (6) 의 어느 하나의 구성에 있어서, 전자 수송성 재료의 전자 수송성이 홀 수송성 재료의 홀 수송성보다 높은 구성.

(8) 상기 (1) 내지 (7) 의 어느 하나의 구성에 있어서, 발광층은 전자 수송성보다 홀 수송성보다 높은 구성.

《별예(別例)》

따라서, 예를 들어 도 2 에 나타내는 바와 같이, 비발광층을, 상기한 바와 같은 재료를 사용한 동종 또는 이종의 재료로 구성된 복수의 층을 적층하여 구성해도 된다. 도 2 에는, 기판 (3) 상에, 양극 (40), 홀 주입 수송층 (41), 발광층 (42), 제 1 비발광층 (430), 제 2 비발광층 (431), 전자 주입 수송층 (44) 및 음극 (45) 이 순차적으로 적층된 구성을 취한다. 이 구성에 있어서, 제 1 비발광층 (430) 및 제 2 비발광층 (431) 이외의 층은 상기 제 1 실시형태에 있어서의 각 층과 각각 동등한 층이다.

이와 같이 비발광층을 복수의 층으로 구성한 경우에도, 비발광층 (430, 431) 은 상기 제 1 실시형태에 있어서의 비발광층과 동일하게 형성하면 상기한 효과를 얻을 수 있다.

또한, 제 2 비발광층 (431) 을 트리스(8-퀴놀리놀)알루미늄 등의 단일 재료에 의해 구성하고, 제 1 비발광층 (430) 의 전자 수송성 재료로서 제 2 비발광층 (431) 을 형성하는 재료 (본 예에서는 트리스(8-퀴놀리놀)알루미늄) 를 채용하고, 제 1 의 비발광층 (430) 의 홀 수송성 재료로서 발광층 (42) 에 있어서의 홀과 동일한 재료를 채용하여 형성한 유기 EL 소자는 소자 수명이 길고, 또한 발광 효율이 높음을 알 수 있었다. 요컨대, 발광층 (42) 으로부터 전자 주입 수송층 (44) 으로 순차적으로 홀 수송성이 작아지도록 구성하거나, 발광층 (42) 으로부터 전자 주입 수송층 (44) 으로 순차적으로 전자 수송성이 커지도록 구성함으로써 양호한 효과가 얻어짐을 알 수 있었다.

이것은, 발광층 (42) 에서 전자 주입 수송층 (44) 까지의 사이의 각 층간의 에너지 갭을 종래의 소자에 있어서의 각 층간의 에너지 갭보다 작게 할 수 있었던 것도 영향을 주고 있다고 여겨진다.

또한, 도 3 이나 도 4 에 나타내는 바와 같이, 발광층을 복수의 층으로 구성하고, 하나의 층으로부터 발해지는 광의 피크를 적어도 다른 하나의 층으로부터 발해지는 광의 피크와는 다르게 구성할 수도 있다.

도 3 에 나타내는 구성에서는, 기관 (5) 상에 양극 (60), 홀 주입 수송층 (61), 청색 발광층 (620), 적색 및 녹색 발광층 (621), 비발광층 (63), 전자 주입 수송층 (64) 및 음극 (65) 이 순차적으로 적층된 구성을 채용하여, 빨강, 초록, 파랑의 광을 발함으로써 백색을 표현한다. 이 구성에 있어서, 적색 및 녹색 발광층 (621) 과 청색 발광층 (620) 이외의 층은 도 1 에 나타내는 유기 EL 소자에 있어서의 각 층과 각각 동일하게 구성하면 된다.

청색 발광층 (620) 은 바람직하게는, 발광색이 청색인 도펀트와 호스트재를 예를 들어 공중착 등에 의해 혼합하여, 적색 및 녹색 발광층 (620) 보다 음극 (65) 측에 형성한다.

발광색이 청색인 도펀트로는, 공지된 청색 발광용 도펀트를 적절히 채용할 수 있고, 예를 들어 디스티릴아민 유도체, 피렌 유도체, 페릴렌 유도체, 안트라센 유도체, 벤조옥사졸 유도체, 벤조티아졸 유도체, 벤조이미다졸 유도체, 크리센 유도체, 페난트렌 유도체, 디스티릴벤젠 유도체, 테트라페닐부타디엔 등을 들 수 있다.

청색 발광층 (621) 용 호스트재로는, 발광색이 청색인 도펀트의 유기 EL 소자의 발광층에서 사용되는 공지된 호스트재를 적절히 채용할 수 있고, 예를 들어 디스티릴아릴렌 유도체, 스틸벤 유도체, 카르바졸 유도체, 트리아릴아민 유도체, 비스(2-메틸-8-퀴놀리노라트)(p-페닐페놀레이트)알루미늄 등을 들 수 있다.

적색 및 녹색 발광층 (621) 은, 바람직하게는 발광색이 적색인 도펀트와 녹색인 도펀트와 호스트재를 공중착 등에 의해 혼합시켜 형성한다.

발광색이 적색인 도펀트나 녹색인 도펀트는, 공지된 도펀트로부터 적절히 선택할 수 있다. 발광색이 적색인 도펀트로는, 예를 들어 유로퓸 착물, 벤조피란 유도체, 로다민 유도체, 벤조티오잔텐 유도체, 포르피린 유도체, 나일레드, 2-(1,1-디메틸에틸)-6-(2-(2,3,6,7-테트라히드로-1,1,7,7-테트라메틸-1H,5H-벤조(ij)퀴놀리딘-9-일)에테닐)-4H-피란-4H-이리덴)프로판디니트릴, 4-(디시아노메틸렌)-2-(메틸)-6-(P-디메틸-아미노-스티릴)-4H-피란 등을 들 수 있다. 발광색이 녹색인 도펀트로는, 예를 들어 쿠마린 유도체, 디스티릴아민 유도체, 퀴나크리돈 유도체 등을 들 수 있다.

적색 및 녹색 발광층 (621) 에 사용하는 호스트재로는, 발광색이 적색이나 녹색인 도펀트의 유기 EL 소자의 발광층에서 사용되는 공지된 호스트재를 적절히 채용할 수 있고, 예를 들어 디스티릴아릴렌 유도체, 디스티릴벤젠 유도체, 디스티릴아민 유도체, 퀴놀리노라트계 금속착물, 트리아릴아민 유도체, 옥사디아졸 유도체, 시롤 유도체, 디카르바졸 유도체, 올리고티오펜 유도체, 벤조피란 유도체, 트리아졸 유도체, 벤조옥사졸 유도체, 벤조티아졸 유도체 등을 들 수 있고, 트리스(8-퀴놀리놀)알루미늄, N,N'-비스(4'-디페닐아미노-4-비페닐)-N,N'-디페닐벤지딘, 4,4'-비스(2,2'-디페닐비닐)비페닐이 특히 바람직하게 사용된다.

도 4 에 나타내는 구성에서는, 기관 (7) 상에 양극 (80), 홀 주입 수송층 (81), 청색 발광층 (820), 적색 발광층 (821), 녹색 발광층 (822), 비발광층 (83), 전자 주입 수송층 (84) 및 음극 (85) 이 순차적으로 적층된 구성을 채용하여, 빨강, 초록, 파랑의 광을 발함으로써 백색을 표현한다. 이 구성에 있어서, 청색 발광층 (820), 적색 발광층 (821) 및 녹색 발광층 (822) 이외의 층은 도 1 에 나타내는 유기 EL 소자에 있어서의 각 층과 각각 동일하게 구성하면 된다.

청색 발광층 (820), 적색 발광층 (821) 및 녹색 발광층 (822) 은 상기한 각각의 발광색의 도펀트와, 당해 도펀트에 적합한 호스트재를 혼합하여 형성하면 된다.

또한, 도 3 이나 도 4 에 나타낸 바와 같이 발광층을 복수의 층으로 구성하고, 비발광층을 전자 수송성 재료와 홀 수송성 재료로 구성하는 경우에는, 홀 수송성 재료는 비발광층과 접하는 발광층 (도 3 에 있어서의 적색 및 녹색 발광층 (621), 도 4 에 있어서의 녹색 발광층 (822)) 에 있어서의 호스트 재료로 하면, 소자 수명이 긴 양호한 유기 EL 소자가 얻어짐을 알 수 있었다.

## 제 2 실시형태

### 《층 구성》

제 2 실시형태와 관련된 유기 전계 발광소자는 양극 상에 적어도 적색 발광층, 청색 발광층 및 음극이 순차적으로 형성되고, 또한 이 적색 발광층은 녹색 발광 도펀트를 함유하고 있다.

도 5 는, 기관 (2) 상에 양극 (10), 홀 주입층 (31), 홀 수송층 (51), 적색 발광층 (321), 청색 발광층 (320), 전자 수송층 (54), 전자 주입층 (34) 및 음극 (15) 이 순차적으로 형성된 유기 전계 발광소자를 설명하는 도면이다. 이하, 제 2 의 실시 형태와 관련된 유기 전계 발광소자에 대하여, 도 5 를 참조하면서 구체적으로 설명한다.

《기관 (2)》

기관 (2) 은 유기 전계 발광소자를 지지하는, 주로 판 형상의 부재이다. 유기 전계 발광소자는 구성하는 각 층이 매우 얇기 때문에, 일반적으로 기관 (2) 에 의해 지지된 유기 전계 발광소자로서 제작된다.

기관 (2) 은 유기 전계 발광소자가 적층되는 부재이기 때문에, 평면 평활성을 갖고 있는 것이 바람직하다.

또한, 기관 (2) 은 광취출층에 있는 경우에는 취출하는 광에 대하여 투명하게 된다.

기관 (2) 으로는, 상기한 성능을 갖고 있으면 공지된 것을 사용할 수 있다. 일반적으로는, 유리 기관이나 규소 기관, 석영 기관 등의 세라믹스 기관이나, 플라스틱 기관이 선택된다. 또한, 금속 기관이나 지지체에 금속박을 형성한 기관 등도 사용된다. 또한, 동종 또는 이종의 기관을 복수 조합한 복합 시트로 이루어지는 기관을 사용할 수도 있다.

《양극 (10)》

양극 (10) 은 홀 주입 수송층 (11) 에 홀을 주입하는 전극이다. 따라서, 양극 (10) 형성용 재료는 이 성질을 양극 (10) 에 부여하는 재료이면 되고, 일반적으로는 금속, 합금, 전기 전도성 화합물 및 이들의 혼합물 등, 공지된 재료가 선택된다.

양극 (10) 형성용 재료로는, 예를 들어 이하의 것이 있다.

ITO (인듐-주석-옥사이드), IZO (인듐-아연-옥사이드), 산화주석, 산화아연, 아연알루미늄산화물, 질화티탄 등의 금속산화물이나 금속질화물;

금, 백금, 은, 구리, 알루미늄, 니켈, 코발트, 납, 크롬, 몰리브덴, 텅스텐, 탄탈, 니오브 등의 금속;

이들 금속의 합금이나 요오드화구리의 합금 등,

폴리아닐린, 폴리티오펜, 폴리피롤, 폴리페닐렌비닐렌, 폴리(3-메틸티오펜), 폴리페닐렌술피드 등의 도전성 고분자 등.

양극 (10) 은 발광층 (12) 보다 광취출층에 형성되는 경우에는, 일반적으로 취출하는 광에 대한 투과율이 10% 보다 커지도록 설정된다. 가시광 영역의 광을 취출하는 경우에는, 가시광 영역에서 투과율이 높은 ITO 가 바람직하게 사용된다.

반사성 전극으로서 사용되는 경우에는, 상기 재료의 내, 외부로 취출하는 광을 반사하는 성능을 구비한 재료가 적절히 선택되고, 일반적으로는 금속이나 합금, 금속 화합물이 선택된다.

양극 (10) 은 상기한 바와 같은 재료 일종만으로 형성해도 되고, 복수를 혼합하여 형성해도 된다. 또한, 동일 조성 또는 이종 조성의 복수층으로 이루어지는 복층 구조여도 된다.

양극 (10) 의 저항이 높은 경우에는, 보조 전극을 형성하여 저항을 낮추면 된다. 보조 전극은 구리, 크롬, 알루미늄, 티탄, 알루미늄 합금 등의 금속 또는 이들의 적층물이 양극 (10) 에 부분적으로 병설된 전극이다.

양극 (10) 은 상기한 바와 같은 재료를 사용하여, 스퍼터링법이나 이온 플레이팅법, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 전자빔 증착법 등의 공지된 박막형성법에 의해, 기관 (2) 상에 형성된다.

또한, 표면의 일함수가 높아지도록 오존 세정이나 산소 플라즈마 세정, UV 세정을 행하면 된다. 유기 EL 소자의 단락이나 결함의 발생을 억제하기 위해서는, 입경을 미소화하는 방법이나 막형성후에 연마하는 방법에 의해, 표면의 조도를 자승평균값으로서 20nm 이하로 제어하면 된다.

양극 (10) 의 막두께는 사용하는 재료에 따라 다르기도 하지만, 일반적으로 5nm~1 $\mu$ m 정도, 바람직하게는 10nm~1 $\mu$ m 정도, 더욱 바람직하게는 10~500nm 정도, 특히 바람직하게는 10nm~300nm 정도, 가장 바람직하게는 10~200nm의 범위에서 선택된다.

양극 (10) 의 시트 전기저항은 바람직하게는 수백 오옴/시트 이하, 보다 바람직하게는 5~50 오옴/시트 정도로 설정된다.

《홀 주입층 (31)》

홀 주입층 (31) 은 양극 (10) 과 홀 수송층 (51) 사이에 형성되어 있다. 홀 주입층 (31) 은 양극 (10) 으로부터 주입된 홀을 홀 수송층 (51) 으로 수송하는 층이다. 홀 주입층 (31) 의 막두께는 0.5nm~200nm 가 바람직하고, 7nm~150nm가 더욱 바람직하다. 이러한 범위의 막두께가 바람직한 이유는, 구동 전압이 낮고, 또한 음극의 돌기 등을 피복할 수 있기 때문이다.

홀 주입층 (31) 에 사용할 수 있는 재료로는, 홀 주입층 (31) 에 상기의 성질을 부여하는 것이면 특별히 제한은 없고, 광전도 재료의 홀 주입 재료로서 사용할 수 있는 공지된 재료나, 유기 EL 소자의 홀 주입층에 사용되고 있는 공지된 재료들 중에서 임의의 재료를 선택하여 사용할 수 있다. 예를 들어, 트리아릴아민류, 아릴렌디아민 유도체, 페닐렌디아민 유도체, 스티릴 화합물, 2,2-디페닐비닐 화합물, 포르피린 유도체 등을 들 수 있고, 이들 중에서도, 파라페닐렌디아민 유도체, 4,4'-디아미노비페닐 유도체, 4,4'-디아미노디페닐술폰 유도체, 4,4'-디아미노디페닐메탄 유도체, 4,4'-디아미노디페닐에테르 유도체, 4,4'-디아미노테트라페닐메탄 유도체, 4,4'-디아미노스틸벤 유도체, 1,1-디아릴시클로헥산류, 4,4'-디아미노터페닐 유도체, 5,10-디-(4-아미노페닐)안트라센 유도체, 2,5-디아릴피리딘류, 2,5-디아릴푸란류, 2,5-디아릴티오펜류, 2,5-디아릴피롤류, 2,5-디아릴-1,3,4-옥사디아졸류, 4-(디아릴아미노)스틸벤류, 4,4'-디(디아릴아미노)스틸벤류, N,N-디아릴-4-(2,2-디페닐비닐)아닐린류, 1,4-디(4-아미노페닐)나프탈렌 유도체, 2,8-디(디아릴아미노)-5-티오잔텐류, 1,3-디(디아릴아미노)이소인돌류 등이 바람직하고, 또한 트리스[4-[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]페닐]아민, 트리스[4-[N-(2-나프틸)-N-페닐아미노]페닐]아민, 포르피린-구리착물 등이 바람직하다.

홀 주입층 (31) 은 이들 재료를 스퍼터링법, 이온 플레이팅법, 진공 증착법, 스핀 코트법, 전자빔 증착법 등의 공지된 막형성방법을 이용하여, 양극 (10) 상에 막형성함으로써 제작할 수 있다.

《홀 수송층 (51)》

홀 수송층 (51) 은 홀 주입층 (31) 과 적색 발광층 (321) 사이에 형성된다. 홀 수송층 (51) 은 홀 주입층 (31) 으로부터 수송된 홀을 적색 발광층 (321) 으로 수송하는 층이다.

이 홀 수송층 (51) 의 막두께는 0.5nm~1000nm 가 바람직하고, 10nm~800nm 가 더욱 바람직하다.

홀 수송층 (51) 에 사용할 수 있는 재료는 홀 수송 성능이 높은 재료이면 되고, 예를 들어 트리아민류, 테트라민류, 벤지딘류, 트리아릴아민류, 아릴렌디아민 유도체, 페닐렌디아민 유도체, 파라페닐렌디아민 유도체, 메터페닐렌디아민 유도체, 1,1-비스(4-디아릴아미노페닐)시클로헥산류, 4,4'-디(디아릴아미노)비페닐류, 비스[4-(디아릴아미노)페닐]메탄류, 4,4''-디(디아릴아미노)터페닐류, 4,4'''-디(디아릴아미노)퀴터페닐류, 4,4'-디(디아릴아미노)디페닐에테르류, 4,4'-디(디아릴아미노)디페닐술폰류, 비스[4-(디아릴아미노)페닐]디메틸메탄류, 비스[4-(디아릴아미노)페닐]-디(트리플루오로메틸)메탄류 등을 들 수 있고, 그 중에서도 아릴-디(4-디아릴아미노페닐)아민류, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐, 홀 주입층 (31) 에 바람직한 것으로 열거한 재료가 바람직하다.

홀 수송층 (51) 은 이들 재료를 스퍼터링법, 이온 플레이팅법, 진공 증착법, 스핀 코트법, 전자빔 증착법 등의 공지된 막형성방법을 이용하여, 홀 주입층 (31) 상에 막형성함으로써 제작할 수 있다.

《적색 발광층 (321)》

적색 발광층 (321) 은 홀 수송층 (51) 과, 청색 발광층 (320) 또는 발광 조정층 사이에 형성되고, 녹색 발광 도펀트를 함유하고 있다. 이 때문에, 이 적색 발광층 (321) 의 적색 발광 도펀트 및 녹색 발광 도펀트에 있어서, 양극 (10) 및 음극 (15) 으로부터 각각 주입된 홀 및 전자가 재결합하여 여기 상태가 되어, 이것이 기저 상태로 되돌아 갈 때에 적색 및 녹색을 발광한다. 적색 발광층 (321) 의 막두께는 0.5nm~50nm 가 바람직하고, 1nm~20nm 가 더욱 바람직하다.

적색 발광층 (321) 에 함유되는 녹색 발광 도펀트로는, 녹색 발광능을 갖는 것이면 특별히 제한은 없고, 예를 들어 쿠마린 유도체, 퀴나크리돈 유도체, 퀴놀리노라트계 금속착물, 디스티릴아민 유도체 등을 들 수 있다. 특히 우수한 녹색 발광능을 갖는 점에서 쿠마린 유도체가 바람직하다. 또한, 6-(알킬 또는 무치환)-8-(알킬 또는 무치환)-7-아미노-3-아릴-4-(트리플루오로메틸 또는 무치환)쿠마린 유도체가 바람직하다. 특히 쿠마린 모핵의 3 위의 아릴기에는, 쿠마린 모핵의  $\pi$  전자와의 공액을 고려하면, 벤조티아졸-2-일, 벤조이미다졸-2-일, 벤조옥사졸-2-일, 벤조세레나졸-2-일 등의 기가 바람직하고, 이들 아릴기 중의 벤젠환 부분은 추가로 치환되어 있어도 상관없다. 녹색 발광 도펀트는 홀 수송성 호스트 재료 100중량부에 대하여, 0.1중량부~15중량부 포함되는 것이 바람직하다. 이 범위내이면 우수한 백색도를 얻을 수 있다.

또한, 적색 발광층 (321) 은 홀 수송성 호스트 재료를 함유하고 있다. 이 때문에, 적색 발광층 (321) 에는 홀 수송층 (51) 의 홀 수송 기능을 갖게 할 수도 있다. 여기서, 사용되는 홀 수송성 호스트 재료로는, 홀 수송 기능을 갖는 것이면 특별히 제한은 없고, 예를 들어 벤지딘류, 트리아민류, 테트라민류, 트리아릴아민류, 4,4'-디(디아릴아미노)비페닐류, 파라페닐렌디아민 유도체, 메타페닐렌디아민 유도체, 1,1-비스(4-디아릴아미노페닐)시클로헥산류, 4,4'-디(디아릴아미노)비페닐류, 아릴-디(4-디아릴아미노페닐)아민류, 디스티릴아릴렌류, 디스티릴벤젠류, 디스티릴아민 유도체, 퀴놀리노라트계 금속착물, 아조메틴류, 옥사디아졸류, 피라졸로퀴놀린류, 시롤류, 나프탈렌류, 안트라센류, 디카르바졸 유도체, 페릴렌류, 올리고티오펜류, 쿠마린류, 피렌류, 테트라아릴부타디엔류, 벤조피란류, 유로퓸 착물, 루브렌류, 퀴나크리돈 유도체, 트리아졸류, 벤조옥사졸류, 벤조티아졸류, 트리아릴아민의 4 량체 등을 들 수 있다. 이들 중에서도, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐, 4,4'-비스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]비페닐, 알루미늄트리스(8-퀴놀리노라트), 4,4'-비스(2,2'-디페닐비닐)비페닐, 홀 주입층 (31) 에 바람직한 것으로 열거한 재료 등이 바람직하다.

또한, 적색 발광층 (321) 은 하나 이상의 적색 도펀트를 함유하는 것이 바람직하다. 이로써 유기 전계 발광소자의 백색도를 더욱 향상시킬 수 있다.

적색 발광층 (321) 에 함유되는 적색 도펀트로는, 적색 발광능을 갖는 것이면 특별히 제한은 없고, 예를 들어 안트라센류, 테트라센류, 펜타센류, 피렌류, 유로퓸 착물, 벤조피란류, 4-(2전자 흡인기 치환 메틸리덴)-4H-피란류, 4-(2전자 흡인기 치환 메틸리덴)-4H-티오피란류, 로다민류, 벤조티오잔텐류, 포르피린 유도체, 페녹사존류, 페리프란텐류 등을 들 수 있고, 그 중에서도 7-디에틸아미노벤조[a]페녹사진-9H-3-온, [2-t-부틸-6-[trans-2-(2,3,5,6-테트라히드로-1,1,7,7-테트라메틸-벤조[i,j]퀴놀리딘-9-일)에테닐]-4H-피란-4-이리덴]-1,3-프로판디니트릴, [2-메틸-6-[trans-2-(2,3,5,6-테트라히드로-1,1,7,7-테트라메틸-벤조[i,j]퀴놀리딘-9-일)에테닐]-4H-피란-4-이리덴]-1,3-프로판디니트릴, 디벤조테트라페닐페리프란텐 등이 바람직하다. 적색 도펀트는 홀 수송성 호스트 재료 100중량부에 대하여, 0.1중량부~15중량부 포함되는 것이 바람직하다. 이 범위내이면 우수한 백색도를 얻을 수 있다.

또한, 적색 발광층 (321) 의 홀 이동도는 청색 발광층 (320) 의 홀 이동도보다 큰 것이 바람직하다. 이로써, 발광 효율을 향상시킬 수 있다.

홀 이동도는, 예를 들어 Time of Flight (TOF) 법에 의해 알 수 있다. 이 TOF 법에서는, 전압이 가해진 시료 표면에 펄스 광을 조사하고, 이 펄스 광에 의해 발생한 홀이 이 시료내 (층내) 를 이동하였을 때에 생긴 과도 전류, 이 시료에 가한 전압 및 이 시료의 두께로부터, 홀 이동도 (단위:  $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ ) 를 계산할 수 있다. 구체적으로는, 홀 이동도를 측정해야 할 층 단독의 막 (예를 들어 10~20 $\mu\text{m}$  정도의 막) 을 제작하고, 당해 막을 사용하여 홀 이동도를 측정한다. 또한, 홀 이동도를 측정할 때에 인가하는 전계의 강도는 유기 EL 소자가 실제로 사용될 때에 인가되는 전계강도의 범위내에 있는 것을 조건으로 한다.

적색 발광층 (321) 은 이들 재료를 스퍼터링법, 이온 플레이팅법, 진공 공증착법, 스펀 코트법, 전자빔 공증착법 등의 공지된 막형성방법을 이용하여, 홀 수송층 (51) 상에 막형성함으로써 제작할 수 있다.

#### 《발광 조정층》

적색 발광층 (321) 과 하기의 청색 발광층 (320) 사이에 발광 조정층을 형성하는 것이 바람직하다. 이 발광 조정층은 전자를 블로킹함으로써, 빨강, 초록, 파랑의 발광강도 밸런스를 더욱 향상시킬 수 있다. 이 발광 조정층의 막두께는 0.1nm ~ 30 nm 가 바람직하다. 더욱 바람직하게는, 0.5 ~ 20nm 이다. 이 범위내이면 우수한 백색도를 얻을 수 있다.

발광 조정층에 사용할 수 있는 재료로는, 홀 수송성 재료 등의, 전자를 블로킹하는 재료를 사용하면 되고, 트리아릴아민류, 4,4'-디아미노비페닐 유도체, 홀 주입층 (31) 에 바람직한 것으로 열거한 재료 등을 들 수 있고, 특히 우수한 전자 블로킹 성능을 갖는 점에서, 그 중에서도 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐이 바람직하다.

발광 조정층은 이들 재료를 스퍼터링법, 이온 플레이팅법, 진공 증착법, 스핀 코트법, 전자빔 증착법 등의 공지된 막형성방법을 이용하여, 적색 발광층 (321) 상에 막형성함으로써 제작할 수 있다.

#### 《청색 발광층 (320)》

청색 발광층 (320) 은 적색 발광층 (321) 또는 발광 조정층과 전자 수송층 (54) 사이에 형성된다. 청색 발광층 (320) 에서, 양극 (10) 및 음극 (15) 으로부터 각각 주입된 홀 및 전자가 재결합하여 여기 상태가 되고, 이것이 기저 상태로 되돌아갈 때에 청색을 발광한다. 청색 발광층 (320) 에 사용할 수 있는 재료로는, 청색 발광능을 갖는 공지된 재료들 중에서 임의의 재료를 선택하여 사용할 수 있다.

이 청색 발광층 (320) 의 막두께는 적색 발광층 (321) 의 막두께보다 두꺼운 것이 바람직하다. 이로써, 색의 밸런스를 더욱 향상시킬 수 있다. 청색 발광층 (320) 의 막두께는 적색 발광층 (321) 의 막두께의 1.1배 ~ 8배가 바람직하고, 1.2배 ~ 6배가 더욱 바람직하다. 보다 구체적으로는, 청색 발광층 (320) 의 막두께는 0.6nm ~ 70nm 가 바람직하고, 5nm ~ 60nm 가 더욱 바람직하다.

또한, 청색 발광층 (320) 은 바이폴라성 호스트 재료 및 청색 도펀트를 함유하고 있는 것이 바람직하다. 이로써, 발광 효율이 양호하게 청색을 발광할 수 있다.

청색 발광층 (320) 에 사용할 수 있는 바이폴라성 호스트 재료로는, 홀 수송성과, 전자 수송 성능이 높은 재료이면 되고, 예를 들어 디스티릴아릴렌류, 스틸벤류, 카르바졸 유도체, 트리아릴아민류, 알루미늄비스(2-메틸-8-퀴놀리노라트)(p-페닐페놀레이트), 4,4'-비스(2,2-디아릴비닐)비페닐류 등을 들 수 있다.

청색 발광층 (320) 에 사용할 수 있는 청색 도펀트로는, 청색 발광능을 갖는 것이면 특별히 제한은 없고, 예를 들어 피렌류, 페틸렌류, 안트라센류, 디스티릴아민 유도체, 벤조옥사졸류, 퀴놀리노라트계 금속착물, 벤조티아졸류, 벤조이미다졸류, 크리센류, 페난트렌류, 디스티릴벤젠류, 디비닐아릴렌류, 트리스티릴아릴렌류, 트리아릴에틸렌류, 테트라아릴부타디엔류 등을 들 수 있다. 이 청색 도펀트의 도핑량은 중량비로 적색 도펀트 및 녹색 도펀트의 2배 ~ 40배가 바람직하고, 5배 ~ 30배가 더욱 바람직하다. 이 범위내이면 녹색 도펀트에 의한 녹색 발광 및 적색 도펀트에 의한 적색 발광과 균형 잡힌 강도의 청색 발광이 얻어지고, 이들의 발광에 의해 우수한 백색광을 얻을 수 있다.

청색 발광층 (320) 은 이들 재료를 스퍼터링법, 이온 플레이팅법, 진공 증착법, 스핀 코트법, 전자빔 증착법 등의 공지된 막형성방법을 이용하여, 적색 발광층 (321) 또는 상기 발광 조정층상에 막형성함으로써 제작할 수 있다.

#### 《전자 수송층 (54)》

전자 수송층 (54) 은 청색 발광층 (320) 과 전자 주입층 (34) 사이에 형성된다. 전자 수송층 (54) 은 전자 주입층 (34) 으로부터 수송된 전자를 청색 발광층 (320) 으로 수송하는 층이다. 전자 수송층 (54) 의 두께는 1 ~ 50nm 가 바람직하고, 10 ~ 40nm 가 보다 바람직하다.

전자 수송층 (54) 은 일층 구조로 해도 되나, 전자 수송층 재료와 청색 발광층 재료의 엑사이프렉스나 CT 착물 형성 등의 상호작용을 적게 하는 관점에서, 이층 구조로 하는 것이 바람직하다. 이로써, 유기 전계 발광소자의 수명을 길게 할 수 있다.

전자 수송층 (54) 을 일층 구조로 하는 경우에는, 유기 전계 발광소자에 요구되는 발광 효율이나 소자 수명에 따라, 전자 수송성 재료를 적절히 선택하면 된다. 구체적으로는, 전자 수송성 재료로서, 발광 효율을 향상시키는 관점에서, 전자 이동도가 높은 전자 수송층 재료를 사용하는 것이 바람직하고, 소자 수명을 길게 하는 관점에서, 전자 이동도가 낮은 전자 수송성 재료를 사용하는 것이 바람직하다.

전자 수송층 (54) 을 이층 구조로 하는 경우에는, 전자 이동도가 높은 전자 수송층 재료를 전자 주입층 (34) 측에 배치하고, 전자 이동도가 낮은 전자 수송층 재료를 청색 발광층 (320) 측에 배치하는 것이 바람직하다. 이로써, 전자 이동도가 낮은 전자 수송층 재료가 버퍼 기능을 담당함으로써, 전자 이동도가 높은 전자 수송층 재료와 청색 발광층 재료의 상기 상호작용을 적게 하고, 발광 효율을 유지하면서, 소자 수명을 길게 할 수 있다. 그 때, 전자 이동도가 낮은 전자 수송 재료로 이루어지는 층의 막두께는 전자 이동도가 높은 전자 수송재료로 이루어지는 층의 막두께의 0.1~2배로 하는 것이 바람직하다.

여기서, 전자 이동도가 낮은 전자 수송층 재료로는, 금속페놀레이트, 퀴놀리노라트계 금속착물, 트리아졸 유도체, 옥사졸 유도체, 옥사디아졸 유도체, 퀴녹살린 유도체, 퀴놀린 유도체, 피롤 유도체, 벤조피롤 유도체, 테트라페닐메탄 유도체, 피라졸 유도체, 티아졸 유도체, 벤조티아졸 유도체, 티아디아졸 유도체, 티오나프텐 유도체, 스피로계 화합물, 이미다졸 유도체, 벤조이미다졸 유도체, 디스티릴벤젠 유도체 등을 들 수 있고, 그 중에서도 트리스(8-퀴놀리놀)알루미늄, 비스(2-메틸-8-퀴놀리노라트)(p-페닐페놀레이트)알루미늄이 바람직하다. 또한, 전자 이동도가 높은 전자 수송층 재료로는, 페난트롤린 유도체, 페난트롤린 유도체, 트리아졸 유도체, 옥사졸 유도체, 옥사디아졸 유도체, 퀴녹살린 유도체, 시롤 유도체, 퀴놀린 유도체, 피롤 유도체, 벤조피롤 유도체, 테트라페닐메탄 유도체, 피라졸 유도체, 티아졸 유도체, 트리페닐메탄 유도체, 벤조티아졸 유도체, 티아디아졸 유도체, 티오나프텐 유도체, 스피로계 화합물, 이미다졸 유도체, 벤조이미다졸 유도체, 디스티릴벤젠 유도체 등을 들 수 있고, 그 중에서도 2,9-디메틸-4,7-디페닐페난트롤린이 바람직하다. 이들을 단독 또는 조합하여 적절히 사용할 수 있다.

전자 수송층 (54) 은 상기 재료를 스퍼터링법, 이온 플레이팅법, 진공 증착법, 스핀 코트법, 전자빔 증착법 등의 공지된 막 형성방법을 이용하여, 청색 발광층 (320) 상에 막형성함으로써 제작할 수 있다.

#### 《전자 주입층 (34)》

전자 주입층 (34) 은 음극 (15) 과 전자 수송층 (54) 사이에 형성된다. 전자 주입층 (34) 은 음극 계면층을 형성하고, 음극 (15) 으로부터 전자를 전자 수송층 (54) 으로 주입하기 쉽게 하는 층이다. 전자 주입층 (34) 의 막두께는 0.1nm~3nm 가 바람직하고, 0.2nm~1nm 가 더욱 바람직하다.

전자 주입층 (34) 에 사용할 수 있는 재료로는, 전자 주입층 (34) 에 상기의 성능을 부여하는 물질이면 특별히 제한 없이 채용할 수 있고, 예를 들어 리튬, 나트륨, 세슘 등의 알칼리금속, 스트론튬, 마그네슘, 칼슘 등의 알칼리 토금속, 불화리튬, 산화리튬, 불화마그네슘, 불화칼슘, 불화스트론튬, 불화바륨 등의 알칼리금속 화합물, 알칼리 토금속의 불화물, 산화물, 염화물, 황화물 등을 들 수 있고, 그 중에서도 불화리튬이 바람직하다. 전자 주입층 (34) 은 단독의 재료로 형성해도 되고, 복수의 재료에 의해 형성해도 된다.

전자 주입층 (34) 은 이들 재료를 스퍼터링법, 이온 플레이팅법, 진공 증착법, 스핀 코트법, 전자빔 증착법 등의 공지된 막 형성방법을 이용하여, 전자 수송층 (54) 상에 막형성함으로써 제작할 수 있다.

#### 《음극 (15)》

음극 (15) 은 전자 주입층 (34) 에 전자를 주입하는 전극으로서, 전자 주입효율을 높게 하기 위해 일함수가 예를 들어 4.5eV 미만의 금속이나 합금, 전기 전도성 화합물 및 이들의 혼합물이 전극 물질로서 채용된다.

이러한 음극 재료로는, 예를 들어 리튬, 나트륨, 마그네슘, 은, 구리, 알루미늄, 인듐, 칼슘, 주석, 루테튬, 티타늄, 망간, 크롬, 이트륨, 알루미늄-칼슘 합금, 알루미늄-리튬 합금, 알루미늄-마그네슘 합금, 마그네슘-은 합금, 마그네슘-인듐 합금, 리튬-인듐 합금, 나트륨-칼슘 합금, 나트륨-칼륨 합금, 마그네슘/구리 혼합물, 알루미늄/산화알루미늄 혼합물 등을 들 수 있다. 또한, 양극에 사용되는 재료로서 채용할 수 있는 재료도 사용할 수 있다. 이들 중에서도, 알루미늄이 바람직하다.

음극 (15) 은 적색 발광층 (321) 및 청색 발광층 (320) 보다 광취출층에 형성되는 경우에는, 일반적으로 취출하는 광에 대한 투과율이 10% 보다 커지도록 설정되고, 예를 들어 초박막 마그네슘-은 합금에 투명한 도전성 산화물을 적층화하여 형성된 전극 등이 채용된다. 또한, 이 음극 (15) 에 있어서, 도전성 산화물을 스퍼터링할 때에, 발광층 등이 플라즈마에 의해 손상되는 것을 막기 위해, 구리프탈로시아닌 등을 첨가한 버퍼층을 음극 (15) 과 전자 주입층 (34) 사이에 형성하면 된다.

광반사성 전극으로서 사용되는 경우에는, 상기 재료 중, 외부로 취출하는 광을 반사하는 성능을 구비한 재료가 적절히 선택되고, 일반적으로는 금속이나 합금, 금속 화합물이 선택된다.

음극 (15) 은 상기 재료 단독으로 형성해도 되고, 복수의 재료에 의해 형성해도 된다. 예를 들어, 마그네슘에 대하여 은이나 구리를 1~20중량% 첨가시키거나, 알루미늄에 티륨을 0.1~10중량% 첨가시키면, 음극 (15) 의 산화를 방지할 수 있고, 또한 음극 (15) 의 전자 주입층 (34) 과의 접착성도 높아진다.

또한, 음극 (15) 은 동일 조성 또는 이종 조성의 복수층으로 이루어지는 복층 구조여도 된다. 예를 들어, 이하와 같은 구조로 해도 된다.

· 음극 (15) 의 산화를 막기 위해, 음극 (15) 의 전자 주입층 (34) 과 접하지 않는 부분에, 내식성이 있는 금속으로 이루어지는 보호층을 형성한다.

이 보호층 형성용 재료로는 예를 들어 은이나 알루미늄 등이 바람직하게 사용된다.

음극 (15) 은 진공 증착법, 스퍼터링법, 이온화 증착법, 이온 플레이팅법, 전자빔 증착법 등의 공지된 박막 막형성법에 의해, 전자 주입층 (34) 또는 이 보호층 상에 형성할 수 있다.

음극 (15) 의 막두께 (보호층의 두께는 포함하지 않음) 는, 사용하는 전극 재료에 따라 다르기도 하지만, 일반적으로 5nm ~ 1 $\mu$ m 정도, 바람직하게는 5~700nm 정도, 특히 바람직하게는 10nm~500nm 정도, 가장 바람직하게는 50~200nm 로 설정된다.

음극 (15) 의 시트 전기저항은 수백 오옴/시트 이하로 설정하는 것이 바람직하다.

이와 같이, 제 2 실시형태와 관련된 유기 EL 소자는 이하의 (9)~(13) 중 어느 하나에 기재하는 구성을 구비하고 있으면 되고, 다른 부분은 적절히 변형할 수 있다.

(9) 양극 상에 적어도 홀 수송층, 유기 발광층 및 음극이 순차적으로 형성되고, 상기 유기 발광층은 홀 수송층층에서 적색 발광층 및 청색 발광층이 순차적으로 형성되어 이루어지고, 또한 적색 발광층은 녹색 도펀트를 함유하는 구성.

(10) 상기 (9) 의 구성에 있어서, 적색 발광층과 청색 발광층 사이에 발광 조정층이 형성되어 있는 구성.

(11) 상기 (9) 또는 (10) 의 구성에 있어서, 청색 발광층의 두께는 적색 발광층의 두께보다 큰 구성.

(12) 상기 (9) 내지 (11) 중 어느 하나의 구성에 있어서, 적색 발광층은 홀 수송성 재료, 적색 도펀트 및 녹색 도펀트를 함유하는 구성.

(13) 상기 (9) 내지 (12) 중 어느 하나의 구성에 있어서, 적색 발광층의 홀 이동도는 청색 발광층의 홀 이동도보다 높은 구성.

(14) 상기 (9) 내지 (13) 중 어느 하나의 구성에 있어서, 청색 발광층은 디스티릴아민 유도체, 피렌류, 페릴렌류, 안트라센류, 벤조옥사졸류, 벤조티아졸류, 벤조이미다졸류, 크리센류, 페난트렌류, 디스티릴벤젠류 및 테트라아릴부타디엔류로 이루어지는 군에서 선택되는 하나 이상의 청색 도펀트와, 디스티릴아릴렌류, 스틸벤류, 카르바졸 유도체, 트리아릴아민류, 알루미늄비스(2-메틸-8-퀴놀리노라트)(p-페닐페놀레이트) 및 4,4'-비스(2,2'-디페닐비닐)비페닐로 이루어지는 군에서 선택되는 하나 이상의 바이폴라성 호스트 재료를 함유하는 구성.

전술한 유기 전계 발광소자를 사용한 컬러표시장치를 도 6 및 도 7 에 나타낸다.

도 6 은, 컬러표시장치 (101) 의 전체 구성의 개략 구성도이다. 컬러표시장치 (101) 는 컨트롤러 (102), 데이터 드라이버 (103), 스캔 드라이버 (104) 및 유기 전계 발광패널 (105) 로 구성되어 있다.

컬러표시장치 (101) 의 컨트롤러 (102) 는 데이터 드라이버 (103) 및 스캔 드라이버 (104) 와 접속되어 있다. 컨트롤러 (102) 는 입력된 표시 데이터 및 제어신호에 기초하여, 유기 전계 발광패널 (105) 에 표시 데이터를 표시하기 위한 표시신호 (주사신호) 를 데이터 드라이버 (103) 및 스캔 드라이버 (104) 에 출력한다.

데이터 드라이버 (103) 는 유기 전계 발광패널 (105) 에 형성된 양극 (107) 과 접속되고, 스캔 드라이버 (104) 는 유기 전계 발광패널 (105) 에 형성된 음극(108) 과 접속되어 있다. 데이터 드라이버 (103) 에는 정전류 구동회로 (106) 가 내장되어 있다.

다음으로, 유기 전계 발광패널 (105) 에 대하여 설명한다. 도 7 은, 음극 (108) 을 따른 유기 전계 발광패널 (105) 의 모식 단면도이다. 도 7 에 나타내는 바와 같이, 유기 전계 발광패널 (105) 은 투명 기관 (109) 과, 투명 기관 (109) 의 표면에 형성된 유기 전계 발광소자 (110) 와, 투명 기관 (109) 과 유기 전계 발광소자 (110) 사이에 형성된 컬러 필터 (CF)(112) 를 구비하고 있다.

데이터 드라이버 (103) 는 표시신호에 기초하여, 유기 전계 발광패널 (105) 의 화소를 발광시키기 위하여 스위칭을 행하고, 정전류 구동회로 (106) 에 의해 양극 (107) 을 개재하여, 유기 전계 발광소자 (110) 에 표시신호에 따른 전류를 공급한다. 스캔 드라이버 (104) 는 표시신호에 대응하는 음극 (108) 을 정전원 (예를 들어, 그라운드) 에 접속한다. 이로써, 유기 전계 발광소자 (110) 에 표시하는 표시 데이터의 휘도에 따른 전류를 주입한다.

컬러 필터 (112) 는 유기 전계 발광소자 (110) 로부터 이간된 위치에 유기 전계 발광소자 (110) 와 대응하는 상태로 배치되고, 발광의 추출방향이 커버판 (111) 측으로 되어 있다.

커버판 (111) 은 시일재 (113) 를 개재하여 기관에 고정되어 있다. 즉, 유기 전계 발광소자 (110) 는 기관 (109), 시일재 (113) 및 커버판 (111) 에 의해 둘러싸여 있다.

유기 전계 발광소자 (110) 로는, 제 2 실시형태에 기재되어 있는 유기 전계 발광소자를 사용할 수 있다. 그리고 유기 전계 발광소자 (110) 는 기관 (109) 과 대향하는 면을 제외하고 패시베이션막 (115) 에 의해 피막되어 있다. 패시베이션막 (115) 은 수분의 투과를 방지하는 재질로 형성되어 있다.

양극 (107) 은 기관 (109) 의 표면에 복수, 평행한 스트라이프 형상으로 형성되어 있다. 양극 (107) 은 도 7 에 있어서, 지면에 대하여 수직방향으로 연장되도록 형성되어 있다. 유기 전계 발광층 (114) 은 양극 (107) 과 직교하는 방향으로 연장되는 복수의 평행한 스트라이프 형상으로 형성되어 있다.

음극 (108) 은 스트라이프 형상으로 형성된 유기 전계 발광층 (114) 위에 적층되고, 양극 (107) 과 직교하는 상태로 형성되어 있다. 유기 전계 발광소자 (110) 를 구성하는 화소는 양극 (107) 및 음극 (108) 의 교차 부분에 있어서, 기관 (109) 상에 매트릭스 형상으로 배치되어 있다. 음극 (108) 은 유기 전계 발광층 (114) 의 발광을 투과 가능하게 하기 위해 투명하게 형성되어 있다.

유기 전계 발광소자 (110) 의 R (적색 발광), G (녹색 발광), B (청색 발광) 은 각각 발광 피크 파장 580nm~680nm 및 반값폭 10nm~140nm, 발광 피크 파장 510nm~550nm 및 반값폭 10nm~140nm, 그리고 발광 피크 파장 440nm~490nm 및 반값폭 10nm~140nm 를 갖는다.

컬러 필터 (112) 의 R (빨강), G (초록), B (파랑) 의 화소 (도시하지 않음) 는 각각 투과 피크 파장 560nm 상승, 투과 피크 파장 510nm~550nm 및 반값폭 140nm 이하 (예를 들어, 80nm~140nm), 그리고 투과 피크 파장 450nm~490nm 및 반값폭 140nm 이하 (예를 들어, 80nm~140nm) 를 갖는다.

유기 전계 발광소자 (110) 의 발광 피크 파장을 중심으로 하여 이 발광 피크 파장의 반값폭을 증감시킨 범위인 유기 전계 발광소자 (110) 의 발광 영역은 컬러 필터 (112) 의 투과 피크 파장을 중심으로 하여 이 투과 피크 파장의 반값폭을 증감시킨 범위인 컬러 필터 (112) 의 투과 영역내에 포함된다. 다만, 컬러 필터 (112) 의 R (빨강) 의 화소의 투과 피크 파장에 관

하여, 560nm 상승이란, 어떠한 560nm 보다 긴 파장의 광도 포함할 수 있음을 의미한다. 이것은 560nm 보다 긴 파장의 광은 560nm 의 파장의 광보다 낮은 에너지를 갖는 것에 의한다. 또한, 이와 같이 파장의 하한만이 설정되므로, 반값폭은 특별히 설정되지 않는다.

다음으로, 전술한 컬러표시장치 (101) 의 작용을 설명한다. 컨트롤러 (102) 는 입력된 표시 데이터 및 제어신호에 기초하여, 표시신호를 데이터 드라이버 (103) 및 스캔 드라이버 (104) 에 출력한다. 컨트롤러 (102) 로부터 출력된 표시신호에 기초하여, 정전류 구동회로 (106) 는 발광시켜야 하는 부분의 양극 (107) 및 음극 (108) 의 사이에 표시 데이터에 따른 전류를 주입한다. 주입된 전류에 의해 발광하는 백색광이 컬러 필터 (112) 를 투과하여 커버판 (111) 측으로부터 출사된다. 백색광이 컬러 필터 (112) 의 R (빨강), G (초록), B (파랑) 의 화소를 투과한 후, 대응하는 색의 광이 된다. R (빨강), G (초록), B (파랑) 의 화소의 조합에 의해, 원하는 색이 재현된다.

또한, 유기 전계 발광소자 (110) 의 발광 특성 및 컬러 필터 (112) 의 투과 특성을 상기 범위로 함으로써, 각 색마다 발광 파장의 범위가 투과 파장의 범위에 포함되기 때문에, 효율적으로 아름다운 발색을 얻을 수 있다.

또한, 전술한 실시형태에 있어서, 컬러 필터 (112) 에는 무기 컬러 필터를 사용해도 되고, 유기 컬러 필터를 사용해도 된다. 또한, 전술한 실시형태에 있어서, 패시브·매트릭스 방식으로 컬러표시장치 (101) 를 구체화하였으나, 어느 하나의 전극 측에 스위칭 기능을 갖게 하여, 액티브·매트릭스 방식으로 구체화해도 된다.

다음으로, 전술한 유기 전계 발광소자를 백라이트로서 사용한 액정표시장치를 설명한다. 도 9 에 나타내는 바와 같이, 액정표시장치 (200) 는 액정 패널 (201) 과 백라이트 (202) 로 이루어진다. 액정 패널 (201) 은 공지된 것으로, 복수의 화소를 갖고 있고, 각각의 화소에 대응하여 R (빨강), G (초록), B (파랑) 의 컬러 필터 (도시하지 않음) 가 형성되어 있다. 그리고, 액정을 협지하여 형성되어 있는 전극에 인가하는 전압을 조정하여, 각 화소를 통과하는 광의 양을 조정한다. 여기서, R, G, B 의 컬러 필터의 특성으로는, 각각 투과 피크 파장 560nm 상승, 투과 피크 파장 510nm~550nm 및 반값폭 140nm 이하 (예를 들어, 80nm~140nm), 그리고 투과 피크 파장 450nm~490nm 및 반값폭 140nm 이하 (예를 들어, 80nm~140nm) 인 것이 바람직하다.

백라이트 (202) 는 제 2 실시형태에 나타난 유기 전계 발광소자로 구성된다. 백라이트 (202) 를 구성하는 유기 전계 발광소자는 투명기관 (203) 에, 도 9 에 있어서의 하방향을 향하여 순차적으로, 투명 전극인 양극 (204), 유기층 (205), 금속 전극인 음극 (206) 이 적층되고, 그 외측에 패시베이션막 (207) 을 형성하여 유기 전계 발광소자의 전극이나 유기 화합물을 외부의 수분이나 산소로부터 보호한다.

양극 (204), 유기층 (205), 음극 (206) 은 모두 기관과 거의 동일한 크기가 되도록 형성되어 있고, 양극 (204) 에서 음극 (206) 을 향해서 전류를 흐르게 하면, 소자 전체가 동시에 발광한다.

유기층 (205) 은 제 2 실시형태에 기재되어 있는 바와 같이, 적어도 적발광층과 청발광층을 갖고, 적발광층은 녹색의 발광도펀트를 함유하고 있다. 그리고, 유기층 (205) 은 전류가 주입되면 백색으로 발광한다. 그 발광은 발광 피크 파장 580nm~680nm 및 반값폭 10nm~140nm, 발광 피크 파장 510nm~550nm 및 반값폭 10nm~140nm, 그리고 발광 피크 파장 440nm~490nm 및 반값폭 10nm~140nm 가 되는 특성을 갖는다.

이와 같이 구성된 액정표시장치 (200) 의 작용을 설명한다. 액정 패널 (201) 에는 도시하지 않은 액정 패널 구동장치로부터의 신호가 입력되고, 이 신호에 따라, 액정 패널 (201) 의 각 화소에 있어서의 광의 투과율이 결정된다. 동시에, 백라이트 (202) 의 양극 (204) 에서 음극 (206) 을 향해서 전류가 주입되고, 백라이트 (202) 가 백색으로 발광한다. 백라이트 (202) 로부터의 광은 액정 패널 (201) 에 입사하고, 각 화소 및 컬러 필터를 통과하여 관찰자의 눈에 들어온다. 이 때, 액정 패널 (201) 의 화소에 있어서 통과하는 광의 양이 조정되고, 또한 컬러 필터에 의해 통과하는 광의 파장 영역이 제한된다. 이렇게 하여, 액정표시장치 전체로서 원하는 화상 등을 표시한다.

이러한 액정표시장치 (200) 에 있어서도, 액정 패널 (201) 의 컬러 필터의 투과 특성 및 백라이트 (202) 를 구성하는 유기 전계 발광소자의 발광 특성을 상기의 범위로 함으로써, 각 색마다 발광 파장의 범위가 투과 파장의 범위에 포함되기 때문에, 효율적으로 아름다운 발색을 얻을 수 있다.

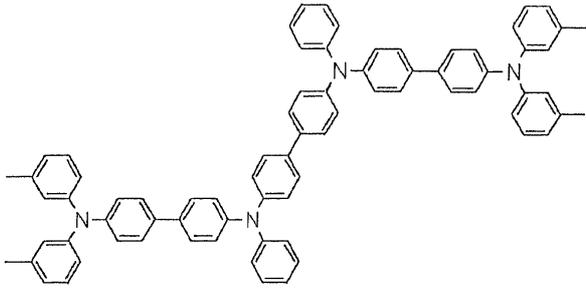
#### [실시예]

이하, 본 발명의 실시예 및 비교예에 대하여 이하에 기재하는데, 본 발명은 이하의 예에 한정되어 해석되는 것이 아님은 당연하다.

<실시예 1>

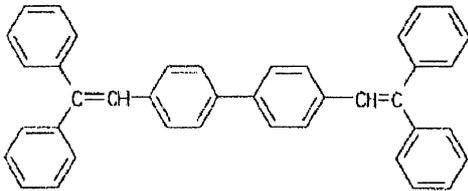
일방의 면 상에 양극 (10)(막두께 250nm 의 ITO 의 층) 이 형성된 투명한 유리 (기판)(1) 를 준비하고, 기판 세정을 행하였다. 기판 세정은 알칼리 세정, 순수 세정을 순차적으로 행하고, 건조시킨 후에 자외선 오존 세정을 행하였다.

기판 세정을 행한 유리 (1) 의 양극 (2) 상에 진공증착장치 (카본 도가니, 증착속도 0.1nm/s, 진공도 약  $5.0 \times 10^{-5}$ Pa) 로 막두께 50nm 의 하기 식 (1) 로 나타내는 N,N'-비스(4'-디페닐아미노-4-비페닐)-N,N'-디페닐벤지딘의 층을 제작하고, 이 층을 홀 주입 수송층 (11) 으로 하였다.

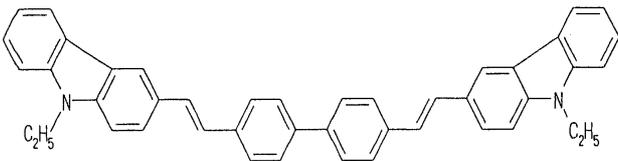


(1)

홀 주입 수송층 (11) 상에, 진공증착장치 (카본 도가니, 증착속도 0.1nm/s, 진공도 약  $5.0 \times 10^{-5}$ Pa) 로 막두께 30nm 의 하기 식 (2) 로 나타내는 4,4'-비스(2,2'-디페닐비닐)비페닐 (93.0중량%) 과, 하기 식 (3) 으로 나타내는 4,4'-(비스(9-에틸-3-카르바조비닐렌)-1,1'-비페닐 (7.0중량%) 을 공증착시킨 층을 제작하고, 이 층을 발광층 (12) 으로 하였다.

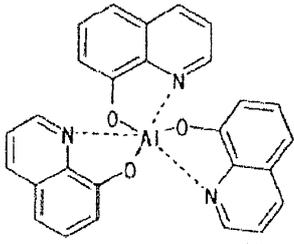


(2)



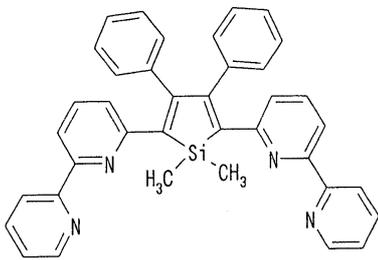
(3)

발광층 (12) 상에, 진공증착장치 (카본 도가니, 증착속도 0.1nm/s, 진공도 약  $5.0 \times 10^{-5}$ Pa) 로 막두께 5nm 의 하기 식 (4) 로 나타내는 트리스(8-퀴놀리놀)알루미늄 (37중량%) 과, 상기 식 (2) 로 나타내는 4,4'-비스(2,2'-디페닐비닐)비페닐 (63 중량%) 을 공증착시킨 층을 제작하고, 이 층을 비발광층 (13) 으로 하였다.



(4)

비발광층 (13) 상에, 진공증착장치 (카본 도가니, 증착속도 0.1nm/s, 진공도 약  $5.0 \times 10^{-5}$ Pa) 로 막두께 15nm 의 하기 식 (5) 로 나타내는 2,5-비스(6'-(2', 2''-비피리딜))-1,1-디메틸-3,4-디페닐시롤의 층을 제작하고, 이 층을 전자 주입 수송층 (14) 으로 하였다.



(5)

전자 주입 수송층 (14) 상에, 진공증착장치 (카본 도가니, 증착속도 0.1nm/s, 진공도 약  $5.0 \times 10^{-5}$ Pa) 로 불화리튬의 막두께 0.5nm 의 층을 형성하고, 이 층을 음극 계면층으로 하였다.

전자 주입 수송층 (14) 상에, 텅스텐 보트 (증착속도 1nm/s, 진공도 약  $5.0 \times 10^{-5}$ Pa) 로 막두께 150nm 의 알루미늄의 층을 형성하고, 이 층을 음극 (15) 으로 하여, 유기 전계 발광소자를 제작하였다.

제작한 유기 전계 발광소자를 유리 캡으로 밀봉하고, 양극 (10) 과 음극 (15) 을 공지된 구동회로에서 접속하고, 휘도  $1600\text{cd/m}^2$  에 있어서의 전력 효율 ( $1\text{m/W}$ ) 과, 초기 휘도  $4800\text{cd/m}^2$  로 하였을 때의 전류를 계속 흐르게 하였을 때의 초기 휘도 반감 수명 (휘도가  $2400\text{cd/m}^2$  가 될 때까지의 시간, hr) 을 측정하였다. 휘도는, 휘도 측정기 (주식회사 토푸콘 제조, 상품명 BM7) 로 행하였다. 측정 결과를 표 1 에 기재한다.

<비교예 1>

비교예 1 에서는, 비발광층 (13) 을 형성하지 않는 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 유기 EL 소자를 제작하였다. 제작한 유기 EL 소자에 대하여, 실시예 1 과 동일하게 전력 효율 및 초기 휘도 반감 수명을 측정하였다. 측정 결과를 표 1 에 기재한다.

<실시예 2~6>

실시예 2~6 에서는, 각각 비발광층에 있어서의 트리스(8-퀴놀리놀)알루미늄의 첨가 비율을 9중량%, 15중량%, 40중량%, 50중량%, 65중량% 로 바꾸는 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 유기 EL 소자를 제작하였다. 제작한 유기 EL 소자에 대하여, 실시예 1 과 동일하게 전력 효율 및 초기 휘도 반감 수명을 측정하였다. 측정 결과를 표 1 에 기재한다.

<실시예 7~8>

실시예 7~8 에서는, 각각 발광층 (12) 의 막두께를 30nm 로 하고, 비발광층 (13) 의 막두께를 25nm, 20nm 로 바꾸는 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 유기 EL 소자를 제작하였다. 제작한 유기 EL 소자에 대하여, 실시예 1 과 동일하게 전력 효율 및 초기 휘도 반감 수명을 측정하였다. 측정 결과를 표 2 에 기재한다.

<실시예 9>

실시예 9 에서는, 비발광층 (13) 에 있어서의 트리스(8-퀴놀리놀)알루미늄을, 상기 식 (5) 로 나타내는 2, 5-비스(6'-(2',2''-비피리딜))-1,1-디메틸-3,4-디페닐시롤로 바꾸는 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 유기 EL 소자를 제작하였다. 제작한 유기 EL 소자에 대하여, 실시예 1 과 동일하게 전력 효율 및 초기 휘도 반감 수명을 측정하였다. 측정 결과를 표 3 에 기재한다.

[표 1]

A1q3 도프량과 전력효율·반감수명

	A1q3 도프량 (w%)	전력효율 (lm/W)	반감수명 (hr)
실시예 1	3.7	9.61	238
실시예 2	9	10.02	125
실시예 3	15	9.61	133
실시예 4	40	8.89	220
실시예 5	50	8.14	300
실시예 6	65	7.67	350
비교예 1	0	10.4	67

[표 2]

비발광층(13)의 막두께와 전력효율·반감수명

	비발광층 막두께 (nm)	전력효율 (lm/W)	반감수명 (hr)
실시예 4	5	8.89	220
실시예 7	15	8.30	243
실시예 8	30	8.01	275
비교예 1	0	10.4	67

[표 3]

비발광층(13)에 함유되는 재료와 전력효율·반감수명

	비발광층 도펀트	전력효율 (lm/W)	반감수명 (hr)
실시예 1	3.7w% A1q3	9.61	238
실시예 9	3.7w% 상기식(5)	10.9	146
비교예 1	없음	10.4	67

또한, 각 실시예에 대해서, 비발광층 (13) 과 전자 주입 수송층 (14) 의 전자 이동도 및 홀 이동도를 TOF 법에 의해 측정하였다. 그 결과, 비발광층 (13) 은 전자 수송성을 구비하고, 또한 전자 주입 수송층 (14) 보다 홀 수송성이 높음을 알 수 있었다. 또한, 제작한 유기 EL 소자의 스펙트럼을 상기 휘도 측정기로 측정한 결과, 비발광층 (13) 에 함유되는 재료에 의한 발광 (피크 파장) 은 확인되지 않았다.

<평가>

실시예 1~9 및 비교예 1 로부터, 비발광층 (13) 을 형성하면, 비발광층 (13) 을 형성하지 않은 경우와 비교하여, 전력 효율은 거의 변화가 없고, 초기 휘도 반감 수명이 길어짐을 알 수 있었다.

실시예 1~6 및 비교예 1 로부터, 비발광층 (13) 의 홀 이동도를 크게 하면, 전력 효율은 거의 변화가 없고, 초기 휘도 반감 수명이 길어짐을 알 수 있었다. 또한, 실시예 6 에 있어서의 비발광층 (13) 은, TOF 법에 의한 측정에서, 전자 수송성이 홀 수송성보다 컸다.

TOF 법에 의해 트리스(8-퀴놀리놀)알루미늄의 전자 이동도 및 홀 이동도를 측정된 결과, 전자 수송성을 구비하고, 또한 전자 주입 수송층보다 홀 수송성이 높음을 알 수 있었다. 이 결과와 실시예 1~8 및 비교예 1 로부터, 비발광층 (13) 은 전자 수송성을 구비하고, 또한 전자 주입 수송층보다 홀 수송성이 높은 재료를 함유하면 됨을 알 수 있었다.

실시예 9 및 비교예 1 로부터, 전자 주입 수송층에 함유되는 재료와, 홀 수송성 재료를 함유시킨 비발광층 (13) 에서도 본 발명에 의한 효과가 얻어짐을 알 수 있었다.

실시예 1~8 및 비교예 1 로부터, 홀 수송성 재료로서 발광층 (12) 에 함유되는 재료 (호스트) 를 채용해도 본 발명에 의한 효과가 얻어짐을 알 수 있었다.

실시예 4, 7, 8 및 비교예 1 로부터, 비발광층 (13) 의 막두께를 두껍게 하면 초기 휘도 반감 수명이 길어짐을 알 수 있었다.

<실시예 10>

일방의 면 상에, 양극 (10) (막두께 170nm 의 ITO 의 층) 이 형성된 투명한 유리 (기판)(2) 를 준비하고, 기판 세정을 행하였다. 기판 세정은 알칼리 세정, 순수 세정을 순차적으로 행하고, 건조시킨 후에 엑시머 UV 세정을 행하였다.

양극 (10) 상에 진공증착장치 (카본 도가니, 증착속도 0.1nm/s, 진공도 약  $5.0 \times 10^{-5}$ Pa) 로, 트리스[4-[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]페닐]아민의 막두께 10nm 의 층을 제작하고, 이 층을 홀 주입층 (31) 으로 하였다.

홀 주입층 (31) 상에, 진공증착장치 (카본 도가니, 증착속도 0.1nm/s, 진공도 약  $5.0 \times 10^{-5}$ Pa) 로, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐을 증착시킨 막두께 70nm 의 층을 제작하고, 이 층을 홀 수송층 (51) 으로 하였다.

홀 수송층 (51) 상에, 진공증착장치 (카본 도가니, 증착속도 0.1nm/s, 진공도 약  $5.0 \times 10^{-5}$ Pa) 로, 적색 발광층 호스트 재료인 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐, 적색 도펀트인 [2-t-부틸-6-[trans-2-(2,3,5,6-테트라히드로-1,1,7,7-테트라메틸-벤조[i,j]퀴놀리딘-9-일)에테닐]-4H-피란-4-이리덴]-1,3-프로판디니트릴 (0.5중량%), 및 녹색 도펀트인 N,N'-디메틸퀴나크리돈 (1중량%) 을 공증착시킨 막두께 5nm 의 층을 제작하고, 이 층을 적색 발광층 (321) 으로 하였다.

적색 발광층 (321) 상에, 진공증착장치 (카본 도가니, 증착속도 0.1nm/s, 진공도 약  $5.0 \times 10^{-5}$ Pa) 로, 청색 발광층 호스트 재료인 4,4'-비스(2,2'-디페닐비닐)비페닐, 및 청색 도펀트인 4,4'-비스[2-(N-에틸카르바졸-2-일)비닐]비페닐 (3중량%) 을 공증착시킨 막두께 25nm 의 층을 제작하고, 이 층을 청색 발광층 (320) 으로 하였다.

또한, 적색 발광층의 홀 이동도와, 상기 청색 발광층의 홀 이동도를 측정된 결과, 적색 발광층의 홀 이동도 쪽이 높았다.

또한, 4,4'-비스(2,2'-디페닐비닐)비페닐의 홀 이동도, 전자 이동도를 측정된 결과, 4,4'-비스(2,2'-디페닐비닐)비페닐은 바이폴라성 재료였다.

청색 발광층 (320) 상에, 진공증착장치 (카본 도가니, 증착속도 0.1nm/s, 진공도 약  $5.0 \times 10^{-5}$ Pa) 로, 트리스(8-퀴놀리놀) 알루미늄의 막두께 15nm 의 층을 형성하고, 이 층을 전자 수송층 (54) 으로 하였다.

전자 수송층 (54) 상에, 진공증착장치 (카본 도가니, 증착속도 0.1nm/s, 진공도 약  $5.0 \times 10^{-5}$ Pa) 로 불화리튬의 막두께 0.5 nm 의 층을 형성하고, 이 층을 전자 주입층 (34) 으로 하였다.

전자 주입층 (34) 상에, 텅스텐 보트 (증착속도 1nm/s, 진공도 약  $5.0 \times 10^{-5}$ Pa) 로 알루미늄의 막두께 100nm 의 층을 형성하고, 이 층을 음극 (15) 으로 하여, 유기 전계 발광소자를 제작하였다.

제작한 유기 전계 발광소자를 유리 캡으로 밀봉하였다. 이 유기 전계 발광소자의 휘도  $1600\text{cd/m}^2$  에 있어서의 발광색의 색도 좌표, 발광 효율 ( $1\text{m/W}$ ), 전류를 계속 흐르게 하였을 때의 초기 휘도 ( $4800\text{cd/m}^2$  로 설정) 의 반감 수명 (휘도가  $2400\text{cd/m}^2$  가 될 때까지의 시간) 및 색도 변화를 측정하였다. 휘도는 휘도 측정기 (주식회사 토포콘 제조, 상품명 BM7) 를 사용하여 측정하였다. 또한, 색도 변화는 색도 X 의 변화량의 2 승과 색도 y 의 변화의 2 승의 합의 제곱근으로 정의하였다. 또한, 색도의 변화량이란, 초기의 색도와 휘도가 반감하였을 때의 색도와와의 차이이다. 측정 결과들을 표 4 에 기재한다.

또한, 발광 스펙트럼을 스펙트럼 측정기 (주식회사 토포콘 제조, 상품명 SR-2) 에 의해 측정한 결과, 발광 스펙트럼이 440 nm 이상 490nm 이하, 510nm 이상 550nm 이하, 및 580nm 이상 680nm 이하의 영역에 극대점을 갖고 있었다.

<실시예 11~32>

기관 (2), 양극 (10), 홀 수송층 (51), 청색 발광층 (320), 전자 주입층 (34) 및 음극 (15) 은 실시예 11~32 에 있어서도, 실시예 10 과 동일하게 하여 형성되었다.

그 밖의 층은 하기의 표 4 및 5 에 정리하여 나타내는 재료에 의해 형성되었다. 표 4 및 5 중의 화합물 번호는 이하와 같다.

1: 트리스(8-퀴놀리놀)알루미늄

2: 4,4'-비스(2,2'-디페닐비닐)비페닐

3: 4,4'-비스[2-(N-에틸카르바졸-2-일)비닐]비페닐

4: 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐

5: [2-t-부틸-6-[trans-2-(2,3,5,6-테트라히드로-1,1,7,7-테트라메틸-벤조[i,j]퀴놀리딘-9-일)에테닐]-4H-피란-4-이리덴]-1,3-프로판디니트릴

6: N,N'-디메틸퀴나크리돈

7: 트리스[4-[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]페닐]아민

8: 2,9-디메틸-4,7-디페닐페난트롤린

9: 4,4'-비스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]비페닐

10: 7-디에틸아미노벤조[a]페녹사진-9H-3-온

11: cis-2-(1,3-벤조티아졸-2-일)-3-(8-히드록시-2,3,5,6-테트라히드로-1,1,7,7-테트라메틸-벤조[i,j]퀴놀리딘-9-일)아크릴산락톤

12: 트리스[4-[N-(2-나프틸)-N-페닐아미노]페닐]아민

13: 디벤조[c,n]퀴나크리돈

14: 포르피린-구리(II) 착물

15: [2-메틸-6-[trans-2-(2,3,5,6-테트라히드로-1,1,7,7-테트라메틸-벤조[i,j]퀴놀리딘-9-일)에테닐]-4H-피란-4-이리덴]-1,3-프로판디니트릴

16: 3-(1,3-벤조티아졸-2-일)-7-디에틸아미노쿠마린

17: 디벤조[f,g:s,t]펜타센

18: 7'-아자-8'-시클로헥실-9-티아안트로[10a,10-a:9,9a-m:5,10a-1]안트라센-10-온

19: 디벤조테트라페닐페리프란텐

20: 안트로[7,6-o:6,5a-p:5a,5-q:5,4a-r:4a,4-s]테트라센

21: 디나프토[2,1-d:1,8a-e:8a,8-f:8,7-g][4,3-j]안트라센

22: 디벤조[d,e:u,v]펜타센

전자 수송층 (54) 은 실시예 11 에 있어서만, 음극측으로부터 2,9-디메틸-4,7-디페닐페난트롤린 (8) 및 트리스(8-퀴놀리놀)알루미늄 (1) 의 순서로 7.5nm 씩 적층한 이층 구조로 하였다. 실시예 12~32 에 있어서는, 실시예 10 과 동일하게 하여 전자 수송층 (54) 이 형성되었다.

또한, 실시예 11~32 의 적색 발광층의 홀 이동도와, 상기 청색 발광층의 홀 이동도를 측정된 결과, 적색 발광층의 홀 이동도 쪽이 높았다.

발광 조정층은 실시예 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 및 28 에 있어서, 적색 발광층 (321) 및 청색 발광층 (320) 사이에, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐 (4) 을 증착시켜 막두께 1nm 로 형성되었다.

적색 발광층 (321) 및 홀 주입층 (31) 은 하기의 표 4 및 5 에 있어서 나타나는 바와 같이, 각종 재료가 증착되어 형성되었다. 적색 발광층 (321) 중의 호스트 재료는 실시예 12 에 있어서만, 4,4'-[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]비페닐 (9) 이 사용되고, 실시예 11 및 13~32 에 있어서는, 실시예 10 과 동일하게 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐 (4) 을 사용하여 형성되었다.

실시예 11~32 에 있어서 제작한 유기 EL 소자에 의한 발광에 대하여, 실시예 10 과 동일하게, 휘도 1600cd/m<sup>2</sup> 에 있어서의 발광색의 색도 좌표, 발광 효율 (lm/W), 전류를 계속 흐르게 하였을 때의 초기 휘도 (4800cd/m<sup>2</sup> 로 설정) 의 반감 수명 (휘도가 2400cd/m<sup>2</sup> 가 될 때까지의 시간) 및 색도 변화를 측정하였다. 휘도는 휘도 측정기 (주식회사 토푸콘 제조, 상품명 BM7) 를 사용하여 측정하였다. 또한, 색도 변화는 색도 X 의 변화량의 2 승과 색도 y 의 변화량의 2 승의 합의 제곱근으로 정의하였다. 또한, 색도의 변화량이란, 초기의 색도와 휘도가 반감하였을 때의 색도와의 차이이다. 측정 결과들을 표 4 및 5 에 기재한다.

또한, 발광 스펙트럼을 스펙트럼 측정기에 의해 측정된 결과, 발광 스펙트럼이 440nm 이상 490nm 이하, 510nm 이상 550nm 이하, 및 580nm 이상 680nm 이하의 영역에 극대점을 갖고 있었다.

[표 4]

		실시예 10	실시예 11	실시예 12	실시예 13	실시예 14	실시예 15	실시예 16	실시예 17	실시예 18	실시예 19	
소자구조	음극	Al										
	전자주입층	LiF										
	전자수송층	1	1 및 8	1	1	1	1	1	1	1	1	
	청색발광층	호스트	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		청색도펀트	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	발광조정층	무	4	4	무	4	무	4	무	4	무	
	적색발광층	호스트	4	4	9	4	4	4	4	4	4	4
		적색도펀트	5	5	10	5	15	17	18	10	5	18
		녹색도펀트	6	6	11	13	16	11	6	16	16	16
	홀수송층	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	홀주입층	7	7	12	14	14	14	14	14	12	12	
	양극	ITO										
기판	유리	유리	유리	유리	유리	유리	유리	유리	유리	유리		
평가결과	색좌표	x	0.32	0.32	0.33	0.32	0.32	0.33	0.31	0.32	0.31	0.3
		y	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.33	0.32
	발광효율 (Im/W)	12.8	11.1	10.2	12.3	12.1	12.5	11.9	12.3	11.2	10.2	
	소자수명 (hr)	345	378	367	432	333	502	307	328	449	346	
색도변화	0.007	0.007	0.006	0.007	0.009	0.006	0.01	0.008	0.006	0.008		

[표 5]

		실시예 20	실시예 21	실시예 22	실시예 23	실시예 24	실시예 25	실시예 26	실시예 27	실시예 28	실시예 29	실시예 30	실시예 31	실시예 32	
소자구조	음극	Al													
	전자주입층	LiF													
	전자수송층	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	정색발광층	호스트	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		청색도펀트	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		발광조정층	4	무	4	무	4	무	4	무	4	무	4	무	무
	적색발광층	호스트	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		적색도펀트	19	15	5	10	20	21	17	22	19	5	19	10	21
		녹색도펀트	16	13	6	13	16	11	11	11	13	13	16	13	11
		홀수송층	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	홀주입층	12	12	12	14	12	14	12	14	8	8	12	14	14	
	양극	ITO													
	기판	유리													
평가결과	색좌표	x	0.31	0.32	0.33	0.32	0.31	0.3	0.31	0.32	0.32	0.33	0.33	0.32	0.31
		y	0.31	0.32	0.33	0.32	0.31	0.32	0.31	0.32	0.32	0.32	0.31	0.32	0.33
	발광효율 (lm/W)	12.4	11	11.7	10.9	10.2	11.2	9.9	12.4	12.3	11.3	12.8	11.3	11.7	
	수자수명 (hr)	478	300	344	341	348	332	344	299	431	332	331	236	256	
	색도변화	0.006	0.01	0.009	0.009	0.008	0.006	0.01	0.009	0.009	0.01	0.006	0.009	0.006	

<비교예 2~5>

하기의 표 6 에 나타내는 재료에 의해, 본 발명의 유기 전계 발광소자와는 적색 발광층 및 청색 발광층의 적층 순서가 다른 비교예의 유기 전계 발광소자를, 실시예와 동일하게 하여 제작하였다. 표 6 중의 화합물 번호는 상기의 표 4 및 5 중의 화합물 번호와 공통이다.

비교예의 유기 전계 발광소자를 실시예와 동일하게 하여, 발광색의 색도 좌표, 휘도 1600cd/m<sup>2</sup> 에 있어서의 발광 효율 (lm/W), 전류를 계속 흐르게 하였을 때의 초기 휘도 (4800cd/m<sup>2</sup> 로 설정) 의 반감 수명 (휘도가 2400cd/m<sup>2</sup> 가 될 때까지의 시간) 및 색도 변화를 측정하였다. 휘도는 휘도 측정기 (주식회사 토푸콘 제조, 상품명 BM7) 를 사용하여 측정하였다. 또한, 색도 변화는 색도 x 의 변화량의 2 승과 색도 y 의 변화의 2 승의 합의 제곱근으로 정의하였다. 또한, 색도의 변화량이란, 초기의 색도와 휘도가 반감하였을 때의 색도와의 차이다. 측정 결과들을 표 6 에 기재한다.

[표 6]

		비교예 2	비교예 3	비교예 4	비교예 5	
소 자 구 조	음극	Al	Al	Al	Al	
	전자주입층	LiF	LiF	LiF	LiF	
	전자수송층	1 및 8	1 및 8	8	8	
	적색 발광층	호스트	4	1	4	1
		적색 도펀트	5	5	5	5
		녹색 도펀트	6	6	6	6
	발광조정층	무	무	무	무	
	청색 발광층	호스트	2	2	2	2
		청색 도펀트	3	3	3	3
	홀 수송층	4	4	4	4	
	홀 주입층	7	7	7	7	
	양극	ITO	ITO	ITO	ITO	
	기판	유리	유리	유리	유리	
평 가 결 과	색좌표	x	0.33	0.31	0.32	0.32
		y	0.55	0.34	0.55	0.34
	발광효율( $I_m/W$ )	4.2	5.3	4.4	5.5	
	소자수명 (hr)	182	221	112	144	
	색도변화	0.007	0.011	0.013	0.013	

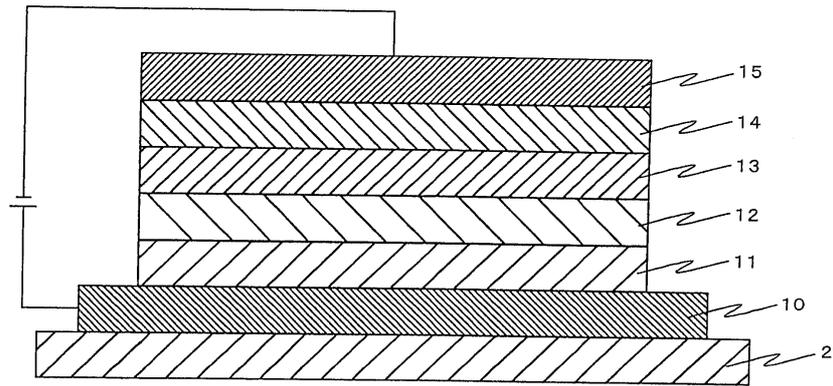
표 4~6 에서 알 수 있듯이, 실시예의 유기 전계 발광소자에서는 발광색의 색도 좌표는 모두 우수한 백색도를 나타내었다. 이에 대하여 비교예의 유기 전계 발광소자에서는 색도 좌표 중 특히 y 좌표의 값이 크고, 백색도가 우수하지 않았다.

또한, 실시예의 유기 전계 발광소자에 있어서는, 비교예의 유기 전계 발광소자에 비교하여, 발광 효율 및 소자 수명이 대폭 향상되었다.

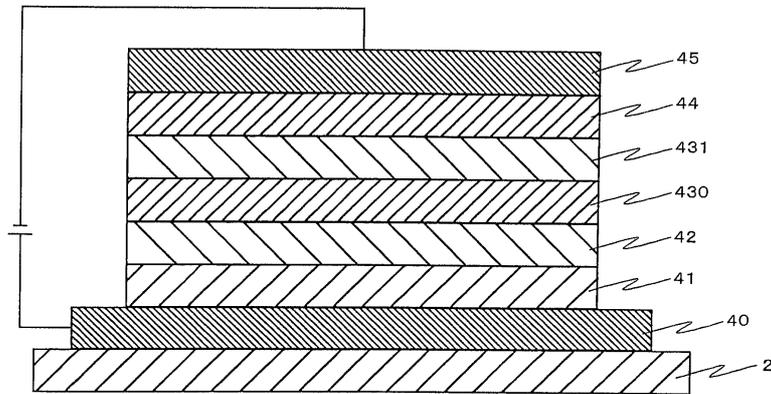
따라서, 실시예의 유기 전계 발광소자에 있어서는, 그 양극측으로부터 적색 발광층 (적색 발광 도펀트 및 녹색 발광 도펀트를 포함한다), 청색 발광층 (청색 도펀트를 포함한다) 을 순차적으로 형성함으로써, 우수한 백색도가 얻어지고, 동시에 높은 발광 효율 및 긴 소자 수명도 얻어짐을 알 수 있었다.

도면

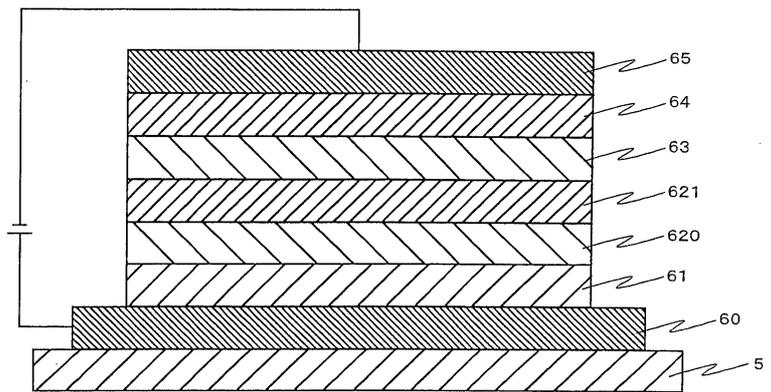
도면1



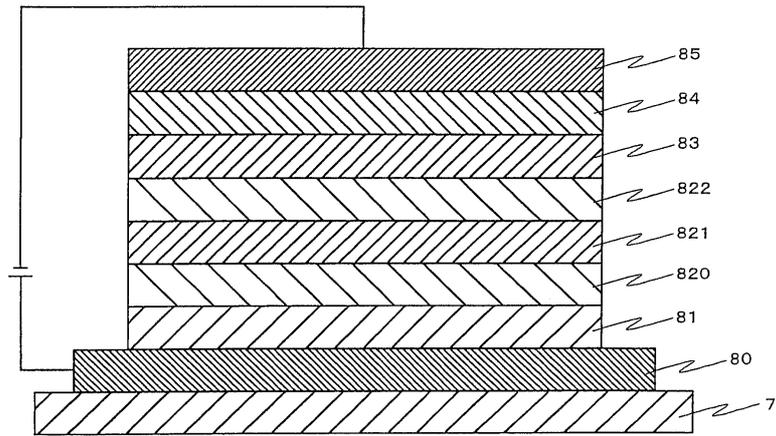
도면2



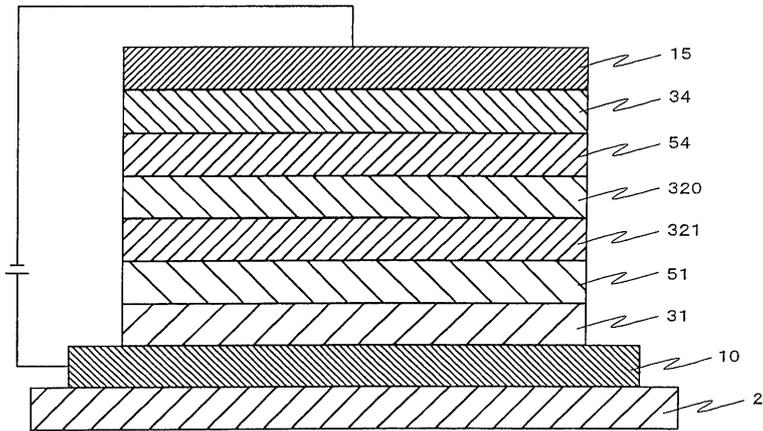
도면3



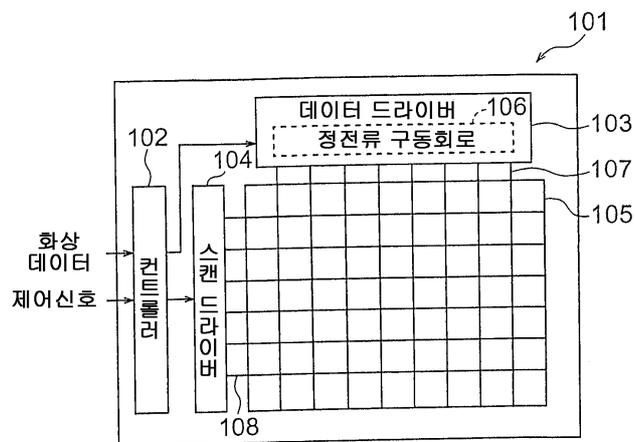
도면4



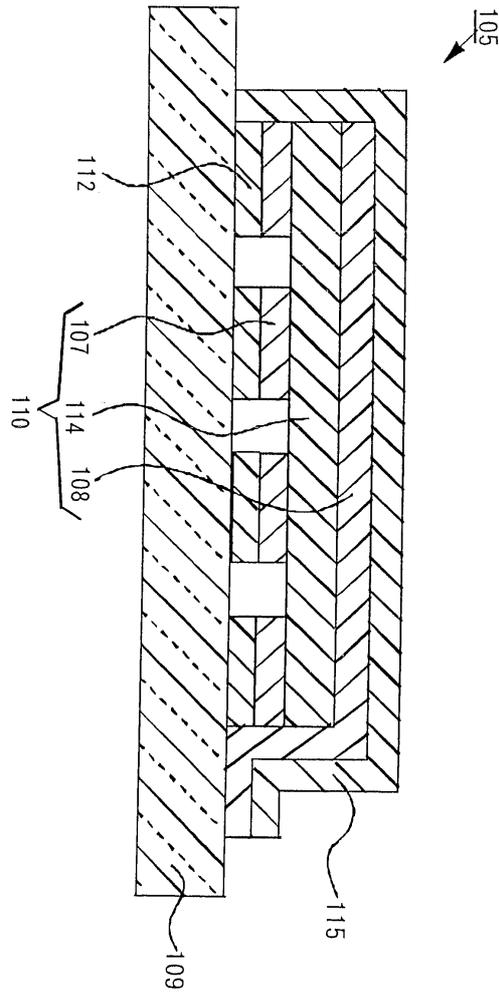
도면5



도면6



도면7



도면8

	청	능	적
C F 피크값	450~490	510~550	560 이상
C F 반값폭	(80~)140 이하	(80~)140 이하	-
전계발광 피크값	440~490	510~550	580~680
전계발광 반값폭	10~140	10~140	10~140

(단위 nm)

도면9

